Gustavo Sarmiento

Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad

Volumen II
Los Problemas Filosóficos planteados por las Fuerzas Atractivas de la Materia y la Controversia entre Newtonianos y Leibnizianos en torno a su Fundamentación

SOBRE LOS FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DE LA CIENCIA DE LA NATURALEZA EN LA MODERNIDAD

VOLUMEN II

SOBRE LOS FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DE LA CIENCIA DE LA NATURALEZA EN LA MODERNIDAD

VOLUMEN II

LOS PROBLEMAS FILOSÓFICOS PLANTEADOS POR LAS FUERZAS ATRACTIVAS DE LA MATERIA Y LA CONTROVERSIA ENTRE NEWTONIANOS Y LEIBNIZIANOS EN TORNO A SU FUNDAMENTACIÓN

Gustavo Sarmiento

ISBN: 9781073872855

Imprint: Independently published

Primera edición

Caracas/Venezuela/2019

A Nelliana, Carlos Gustavo
y Fernando Alberto

RESUMEN

Este trabajo es una investigación acerca de los problemas filosóficos presentados por las fuerzas atractivas de la materia y las discusiones filosóficas suscitadas entre leibnizianos y newtonianos en torno a la fundamentación de dichas fuerzas. El mismo constituye la segunda parte de una investigación más amplia acerca de los fundamentos filosóficos de la filosofía de la naturaleza que surge en la modernidad y las disputas que emergieron en torno a dichos fundamentos. En el trabajo que ahora presentamos examinaremos la doctrina de las fuerzas atractivas de la materia de los autores newtonianos John Keill, John Freind, George Cheyne y W. J. ’sGravesande. Haremos esto a través de una revisión de los escritos en los cuales ellos exponen sus concepciones. Ahora bien, una adecuada comprensión de las doctrinas acerca de la atracción de comienzos del siglo XVIII, requiere de la revisión de los puntos de vista del propio Newton acerca de la naturaleza de la gravedad —y la explicación de esta fuerza— así como de sus especulaciones acerca de otras fuerzas atractivas. Adicionalmente, es preciso estudiar las críticas de Leibniz y sus partidarios a la idea de que la materia posee una fuerza atractiva. Estas críticas tocan puntos medulares de la concepción de los newtonianos y permiten un mejor discernimiento de la naturaleza de dicha fuerza, así como del carácter del mecanicismo moderno.

Mediante el examen de escritos de los autores newtonianos, del propio Newton y de Leibniz, pondremos de relieve que tanto las concepciones antagónicas expresadas por newtonianos y leibnizianos acerca de la existencia de fuerzas atractivas en la materia como sus posiciones divergentes sobre la naturaleza de dichas fuerzas, se apoyan en nociones diferentes de la filosofía mecánica, en particular respecto de los principios fundamentales de la misma y su completitud. Bajo los presupuestos racionalistas de Leibniz, el análisis de la idea de cuerpo o materia, llevado a cabo por la razón, conduce a una determinación *clara* y *distinta* de todas las propiedades esenciales de los cuerpos, de las

cuales no forma parte la atracción. Como consecuencia de la impenetrabilidad de la materia, el contacto es la única manera inteligible en que un cuerpo puede actuar sobre otro, lo cual excluye definitivamente a la *acción a distancia* y la *atracción*. En cambio, los principios empiristas de los newtonianos hacen posible que se proponga una fuerza atractiva en la materia, apoyándose en la consideración matemática de la gravedad presentada por Newton en los *Philosophia naturalis principia mathematica*, pero llegando a afirmar la existencia real de fuerzas atractivas —la gravedad y otras— en la materia. Puesto que los newtonianos no piensan que las determinaciones esenciales de la materia son conocidas por la razón a priori, sino que su aprehensión *clara* y *distinta* se funda en la experiencia, que nunca es cabal —por lo cual no nos puede mostrar la comprensión de la idea de cuerpo como totalidad absoluta y completa—, no creen que la determinación de la esencia de la materia pueda ser establecida definitivamente, excluyendo a la atracción. A la base de las dos maneras de comprender la determinación y consecuencias de la esencia del cuerpo, están pensamientos diferentes acerca de los fundamentos de la *verdad*: Para Leibniz, la *claridad* y *distinción* que caracterizan al conocimiento verdadero de los principios son obtenidas por la razón mediante análisis de conceptos, mientras que los filósofos de la naturaleza newtonianos consideran que la experiencia —interpretada geométricamente— es la que puede dar *claridad* y *distinción*, por lo tanto *verdad*, al conocimiento científico. Por otro lado, tanto los newtonianos como Leibniz tienen una metafísica a la base de sus doctrinas. Algunos elementos de las respectivas metafísicas se revelan con ocasión de las discrepancias en torno a las fuerzas atractivas. Esto permite ver como la metafísica refinada de Leibniz ayuda a desbrozar el camino de la filosofía mecanicista de la extensión, la impenetrabilidad y el movimiento, de los obstáculos que pueden provenir de una errónea metafísica, cuando esta intenta reintroducir en la filosofía natural conceptos provenientes de la teoría tradicional de las formas substanciales y las cualidades, la doctrina de la causalidad final, o la teología. Al mismo tiempo, Leibniz logra una interesante conciliación del mecanicismo estricto respecto de la *res extensa* con *la existencia de Dios y de finalidades en el mundo*. En cambio, presuponiendo una metafísica más bien ingenua, Newton y los

suyos intentan conciliar la ciencia con la religión sobre la base de una intervención directa de Dios en la naturaleza.

En el primer capítulo examinamos los puntos de vista en torno a la naturaleza de las fuerzas atractivas de la materia en las obras de los seguidores de Newton. Comenzaremos con la importante "*Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*," de Keill, publicada por las *Philosophical Transactions* de la *Real Sociedad* en 1708, en la cual se afirma que los principios de la física son la divisibilidad infinita de la magnitud, la existencia del vacío y la fuerza atractiva de la materia. Este escrito adscribe por primera vez una fuerza atractiva esencial a la materia. Después examinaremos una obra influida por la *Epistola* de Keill, a saber: las *Praelectiones Chymicae* publicadas en 1709 por John Freind. A continuación revisaremos algunas tesis de los *Philosophical Principles of Natural Religion* de George Cheyne, que aparecieron en 1705 y exponen la idea de que la atracción gravitatoria es una fuerza impresa en la materia por Dios. Finalmente, veremos la influencia de Keill sobre otro importante manual de física newtoniana, los *Mathematical Elements of Physicks prov'd by Experiments* de W. J. 'sGravesande, que salieron a la luz en 1720. Los puntos de vista de estos autores fueron históricamente influyentes y dieron lugar a la reacción de los leibnizianos en las *Acta Eruditorum* de Leipzig. En el segundo capítulo se revisan los puntos de vista que el propio Newton produjo acerca de la atracción a lo largo de su carrera, mientras que las críticas de Leibniz a esta fuerza, junto con una presentación de la opinión de Christian Wolff, influida por la de Leibniz, son vistas en el tercer capítulo. Finalmente, en las conclusiones presentamos un sumario de nuestros hallazgos y examinamos el influjo de las doctrinas de los newtonianos sobre la filosofía de Kant, que se hace evidente en obras precríticas como los *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendingen Kräfte* de 1746, la *Nova dilucidatio* de 1755 o la *Monadologia physica* de 1756, y continua en otras obras críticas como los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* de 1786. Con ello, esperamos poder avanzar en el conocimiento de algunos antecedentes de la evolución del pensamiento kantiano, en particular de la problemática antinómica y de sus concepciones precrítica y crítica de la materia, lo cual contribuirá a una mejor comprensión de su filosofía.

ÍNDICE

PRÓLOGO

El libro que presentamos al lector contiene una investigación acerca de los problemas filosóficos planteados por las fuerzas atractivas de la materia y las discusiones suscitadas entre leibnizianos y newtonianos en torno a la fundamentación de dichas fuerzas, la cual constituyó mi trabajo de ascenso a Profesor Titular de la *Universidad Simón Bolívar* en Caracas.[1] A su vez, este trabajo constituye el segundo volumen de una investigación más amplia acerca de los fundamentos filosóficos de la filosofía natural que surge en la modernidad y las disputas que emergieron en torno a dichos fundamentos. Es bien conocido que la aparición en 1687 de los *Philosophia naturalis principia mathematica* de Isaac Newton produjo un profundo impacto en la filosofía de la naturaleza. Esta obra provocó reacciones de los cartesianos, de Christian Huygens y de G. W. Leibniz, las cuales estuvieron confinadas al terreno epistolar hasta 1709, cuando leibnizianos y newtonianos empezaron a intercambiar ataques públicamente. Tanto las *Acta Eruditorum* de Leipzig como las *Philosophical Transactions* de la *Real Sociedad* de Londres publicaron trabajos y reseñas de miembros de los respectivos grupos, y, en su *Teodicea* de 1710, Leibniz objetó la manera en que los seguidores de Newton concebían la gravitación y otras fuerzas atractivas que atribuían a la materia. Leibnizianos y newtonianos se querellaron en

[1] Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la modernidad: Los Problemas Filosóficos planteados por las Fuerzas Atractivas de la Materia, la Controversia entre Leibnizianos y Newtonianos en torno a su Fundamentación y la Intervención de Dios en el Mundo*. Trabajo de ascenso presentado a la *Universidad Simón Bolívar*, Caracas, Venezuela, y aprobado como requisito para ascender al cargo de Profesor Titular, 2005.

torno a quien —Newton o Leibniz— tenía la prioridad en la invención del cálculo, los dos bandos tenían diferentes concepciones de la mecánica, o la dinámica, y habían graves divergencias entre ellos en cuanto a las explicaciones ofrecidas de los fenómenos naturales, en particular de la gravitación, así como respecto a la manera en que comprendían el papel de Dios en la filosofía natural y la intervención divina en el mundo. Desde nuestro punto de vista, lo más interesante de estas disputas se encuentra en sus presupuestos filosóficos. Desde la perspectiva de la filosofía y la historia de las ideas se vuelven centrales cuestiones tales como qué es explicar en filosofía natural, cuál es el método de esta ciencia, o en qué consiste la filosofía mecánica y cuáles son los límites de las explicaciones mecánicas, si tales límites existen. Todas estas preguntas conciernen a los fundamentos filosóficos de la filosofía natural que floreció a partir de la modernidad.

En el primer volumen de esta investigación examinamos las críticas de John Keill al cartesianismo y el mecanicismo materialista, sus puntos de vista acerca del método en la filosofía natural, la inclusión de causas finales en la filosofía mecanicista y el papel de Dios en la filosofía de la naturaleza, así como la necesidad de su intervención en el mundo.[2] También vimos las reflexiones de este seguidor escocés de Newton en torno al rol fundamental de las matemáticas en la filosofía natural, su afirmación del vacío y la divisibilidad infinita de la materia, así como sus demostraciones geométricas de la misma. Adicionalmente examinamos la influencia de estos puntos de vista sobre la obra de Inmanuel Kant, quien los adaptó e incorporó a una versión original de la doctrina wolffiana de los elementos, la cual —en un intento de conciliar la simplicidad de los elementos de los cuerpos con la divisibilidad infinita del espacio que ocupan— constituye la primera formulación histórica de la *Segunda Antinomia* de la *Crítica de la Razón Pura*, a la vez que un importante antecedente de la problemática antinómica en el pensamiento del gran filósofo alemán. La obra de Keill, cuya influencia sobre el joven

---

[2] Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad*, *Volumen 1*, *John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud*, Publicación Independiente, Caracas, 2019.

Kant se muestra de diversas maneras, constituye uno de los presupuestos históricos-genéticos de la problemática antinómica en la *Monadologia physica*. Finalmente, mostramos que los puntos de vista de Keill se apoyan en una concepción particular de los elementos de la certeza y la verdad en la filosofía natural, distinta de la concepción cartesiana de la certeza, en tanto otorga primordial importancia a la experiencia y la aplicación de la geometría en la ciencia de la naturaleza. En virtud de todo lo anterior, la primera parte de nuestra investigación preparó el camino para revisar las doctrinas de Keill y otros newtonianos que lo siguieron en la postulación de fuerzas atractivas en la materia, examinar la reacción a las mismas de los leibnizianos y estudiar las posiciones que, en esta controversia, tanto Leibniz como Newton adoptaron —explícita o implícitamente— en torno los fundamentos filosóficos de la ciencia de la naturaleza

De acuerdo con este plan, en el segundo volumen discutiremos los problemas filosóficos planteados por las fuerzas atractivas de la materia y examinaremos las discusiones suscitadas entre leibnizianos y newtonianos en torno a la fundamentación de estas fuerzas.

Una de las contribuciones más importantes de los *Principia mathematica* es su teoría de la gravitación universal, en la cual Newton presenta una consideración matemática de la atracción, la cual permite demostrar los fenómenos de la gravitación. Esta consideración es independiente respecto de lo que realmente existe en la naturaleza y por esta razón Newton no considera necesario producir hipótesis acerca del fundamento de la atracción gravitatoria. La demostración matemática de los movimientos de los planetas fue apreciada por Huygens y Leibniz, quienes no obstante demandaron una explicación mecánica de la atracción, arguyendo que de ella era necesario conocer la causa. En 1708, inspirado por la teoría de la gravitación de Newton, John Keill propuso una doctrina de las fuerzas atractivas mediante la cual intentó dar cuenta de fenómenos tales como la cohesión, la dureza, la fluidez, la elasticidad de los cuerpos, y diversos procesos químicos, entre ellos, la disolución de las sales en el agua y la fermentación. Esta doctrina tiene importancia histórica, pues repercutió sobre las concepciones de la materia y las doctrinas químicas producidas en Inglaterra durante la primera mitad del

siglo XVIII y expuestas por varios autores, entre ellos: John Freind, Francis Hauksbee y John Harris, y, más tarde, por el holandés Willem Jacob 'sGravesande. George Cheyne había propuesto en 1705 una doctrina de las fuerzas atractivas de la materia influida por las *Boyle Lectures* dictadas por Richard Bentley en 1693 y el propio Newton había especulado acerca de estas fuerzas en la edición latina de la *Óptica* aparecida en 1706, sobre todo en las *cuestiones* con las cuales concluye dicha obra, pero sin ocuparse de la causa de las diferentes atracciones. La doctrina de las fuerzas atractivas de los newtonianos también ejerció gran influencia sobre los puntos de vista de Kant acerca de las fuerzas de la materia en la naturaleza, que —con ciertas transformaciones— él mantuvo desde el periodo precrítico de su pensamiento hasta los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* de 1786.

La idea de que la materia tenía fuerzas atractivas suscitó críticas tan pronto como fue introducida. Contra esta doctrina reaccionaron Leibniz y sus seguidores, entre ellos Johann Bernouilli y Christian Wolff. Sus objeciones atacan puntos centrales de la concepción de las fuerzas atractivas de los newtonianos, por lo cual el estudio de sus posiciones nos permitirá formarnos un mejor juicio acerca de la naturaleza de las fuerzas atractivas, así como sobre la condición del mecanicismo moderno. A ello hay que añadir que la disputa en torno a la fuerza atractiva está relacionada con las preguntas acerca de la esencia del mecanicismo y la posibilidad de que la explicación mecanicista de la naturaleza sea completa. ¿Es así, o el punto de vista mecánico es necesariamente parcial y debe ser completado recurriendo a causas finales y en última instancia a Dios? De esta manera piensan Newton y los suyos, mientras que Leibniz, partidario de un riguroso mecanicismo, cree que Dios no interviene en la naturaleza. Se trata de una discusión central para la ciencia, para su independencia de la religión, y también para la teología racional.

Tomados en conjunto, el primero y el segundo volumen de nuestra investigación examinan los puntos de vista de los newtonianos, del propio Newton y de Leibniz, con la finalidad de aportar elementos a favor de la tesis de que las diferencias entre el racionalismo leibniziano —y su predecesor cartesiano— y los principios de los newtonianos se

apoyan en nociones diferentes de los principios de la filosofía mecánica. Las diferentes nociones descansan a su vez en concepciones distintas de los elementos de la *certeza* y los criterios de la *verdad*. Para Leibniz, la *claridad* y *distinción* que caracterizan al conocimiento verdadero de los principios son obtenidas por la razón mediante análisis de conceptos, mientras que los filósofos de la naturaleza newtonianos consideran que la experiencia —interpretada geométricamente— es la que puede dar *claridad* y *distinción*, por lo tanto *verdad*, al conocimiento científico.

Por otra parte, el examen que presentamos de ciertos aspectos de la obra de seguidores de Newton como Keill, Freind, 'sGravesande, Bentley y Cheyne, en alguna medida contribuirá a subsanar la carencia que existe de investigaciones detalladas sobre los trabajos de los seguidores de Newton. Dicha carencia es injustificada ya que el influjo de Newton fue transmitido en buena medida a través de estos trabajos. Adicionalmente, en lo que se refiere a cuestiones de método y a tesis más generales y filosóficas, aquellas que conciernen a los fundamentos de la filosofía natural y en particular a la naturaleza de la fuerza de atracción o la divisibilidad de la materia, estos autores desarrollaron opiniones propias, que no siempre concuerdan con las del maestro, por lo cual una comprensión completa del impacto del newtonianismo en la filosofía moderna no sólo exige el examen detallado de la obra de Newton, sino también del trabajo de al menos algunas figuras menores.

Al igual que en su primera parte, la investigación que presentamos, cuya naturaleza es histórica, ha requerido la revisión de una gran cantidad de literatura de los siglos XVII y XVIII, lo cual no hubiera sido posible sin la ayuda de varias instituciones. Debo agradecer un financiamiento otorgado por el *Decanato de Investigaciones y Desarrollo* de la *Universidad Simón Bolívar*. Pude consultar una gran cantidad de libros de la época —y literatura secundaria sobre el tema— gracias a los excelentes servicios de la *Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos*, en particular de su sección de libros raros, que conserva las obras anteriores al siglo XIX. Publicaciones periódicas de los siglos XVII y XVIII, como las *Philosophical Transactions*, estuvieron disponibles en formato electrónico en la Biblioteca del *Instituto Smithsoniano* en Washington, D. C., gracias al auxilio del Sr. David

Steere y algunos artículos de las *Acta Eruditorum* fueron consultados en la Biblioteca de la *Universidad Johns Hopkins*, en Baltimore, Maryland, donde debo agradecer la ayuda de la Sra. Sandra Jackson.

El §19 de este trabajo apareció como §5 en mi artículo "De la ontología pre-crítica a la teoría trascendental de la materia: Sobre los puntos de vista de Kant en torno a la fuerzas de la materia y sus antecedentes en las ideas de los seguidores de Newton", en Teruel, Pedro Jesús (Ed.), *Kant y las Ciencias*, Editorial Biblioteca Nueva, S. L., Madrid 2011, pp. 48-87. Estoy agradecido con Pedro Jesús Teruel y la Editorial Biblioteca Nueva por haber autorizado su reproducción en este volumen.

Finalmente, agradezco la invaluable ayuda brindada por mi esposa, Tanya Lasses, en la recopilación del material bibliográfico en los Estados Unidos y su ordenación en Caracas. A ella y a mis tres hijos —Nelliana, Carlos Gustavo y Fernando Alberto— debo expresar una gratitud fundamental por su apoyo y comprensión, así como por las presiones y sacrificios que tuvieron que sobrellevar mientras realicé este trabajo.

INTRODUCCIÓN

Es conocido que la física contemporánea reconoce cuatro fuerzas fundamentales en la naturaleza. A saber: la gravedad, el electromagnetismo y las fuerzas —o interacciones— fuerte y débil.[1] La *gravedad* mantiene unidas a las galaxias y a los sistemas planetarios. Se trata de la más débil de las fuerzas fundamentales, pero es aditiva. Cada parte de materia en un cuerpo contribuye a la gravedad total del cuerpo, lo cual, unido a la forma de su ley —pues ésta varía con el inverso del cuadrado de la distancia— tiene como consecuencia que su rango de acción es muy grande y —en principio— se extiende indefinidamente. La *fuerza electromagnética* es mucho más fuerte que la gravedad, pero no es aditiva, ya que la electricidad y el magnetismo pueden ser de dos variedades; a saber: con carga positiva o negativa, y de polo norte o sur. Tanto las dos clases de carga eléctrica como los dos tipos de polo magnético tienden a cancelarse, lo cual reduce su efecto total. Como consecuencia de esto, el rango de la fuerza electromagnética, mucho menor que el de la gravedad, solo abarca el tamaño de los átomos y las moléculas. Las fuerzas electromagnéticas mantienen a los electrones

---

[1] Existen varios libros, accesibles al lector no especializado, que tratan este tema, entre ellos: John Gribbin, *Q is for Quantum. An Encyclopaedia of Particle Physics*, The Free Press, New York, 1998; Frank Close, *The Cosmic Onion*, Heinemann, London, 1983; G. S. Coughlan y J. E. Dodd, *The ideas of Particle Physics*, segunda edición, Cambridge University Press, Cambridge, 1991. A un nivel más avanzado, pero todavía asequible, se puede consultar: Richard A. Carrigan Jr. y W. Peter Trower, Particles and Forces. At the Heart of the Matter, Readings from Scientific American Magazine, W. H. Freeman and Company, New York, 1990, en particular, los artículos de Chriss Quigg, "Elementary Particles and Forces," pp. 3-17; y Sheldon Lee Glashow, "Quarks with Color and Flavor," pp. 18-35.

unidos al núcleo de los átomos, conservan juntos a los átomos que constituyen las moléculas y mantienen conectadas a las moléculas en las substancias. Ahora bien, el núcleo del átomo —cuya carga positiva neta resulta de la concentración de las cargas de sus partículas constituyentes, que son los protones, cargados positivamente, y los neutrones, sin carga eléctrica— no se desintegra debido a la existencia de una fuerza muchísimo mayor que la repulsión eléctrica. Dicha fuerza es la llamada *interacción fuerte*, cuyo rango es muy limitado y opera directamente entre los llamados quarks, que constituyen un nivel de materia por debajo de los neutrones y los protones, los cuales en última instancia constan de quarks. Al unir quarks pertenecientes a un protón y/o neutrón con quarks de protones y/o neutrones vecinos, la fuerza fuerte une indirectamente a los protones y a los neutrones, formando núcleos. Finalmente, la llamada *interacción débil*, de rango mínimo, subyace a algunas formas de radioactividad y a ciertas interacciones entre partículas subatómicas.

Por medio de estas cuatro fuerzas, desde el surgimiento de la física mecanicista en la modernidad hasta nuestros días, se ha logrado explicar una multiplicidad de fenómenos naturales, entre ellos: los movimientos de los astros, los fenómenos de la electricidad y el electromagnetismo —en particular la luz—, diversos fenómenos químicos y la cohesión en las moléculas, los átomos y las partes de los átomos.

La gravedad fue la primera de las cuatro fuerzas fundamentales en ser investigada y descrita satisfactoriamente.[2] Como es bien sabido, en los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicados en 1687, Isaac Newton propuso la ley de la gravitación universal.[3] Esta obra contenía una nueva física que daba cuenta de los movimientos de todos los cuerpos —terrestres y celestes—, ya que las tres leyes del

---

[2] La teoría electromagnética moderna data de la segunda mitad del siglo XIX y el llamado *modelo standard* de la física de partículas, que incorpora las interacciones fuerte y débil, fue desarrollado en la segunda mitad del siglo XX.

[3] Emplearemos la traducción al inglés de Andrew Motte: Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934. También utilizaremos la traducción al español de Eloy Rada García: Isaac Newton, *Principios matemáticos de la filosofía natural*, 2 Vols., traducción de Eloy Rada García, Alianza, Madrid, 1987.

movimiento allí expuestas y el principio de la gravitación universal bastaban para regular el universo.[4] Por ello, los *Principia Mathematica*, que representaban la culminación de la obra iniciada por Copernico, Kepler, Galileo y Descartes, llegaron a tener una autoridad inmensa.

En 1708 y bajo el influjo de la teoría de la gravitación universal, el escocés John Keill propuso una doctrina de las fuerzas atractivas,[5] que repercutió sobre las concepciones de la materia y las doctrinas químicas producidas en Inglaterra durante la primera mitad del siglo XVIII y expuestas por varios autores, entre ellos: John Freind, Francis Hauksbee y John Harris.[6] Keill elaboró sus ideas a partir de la fuerza de gravedad, pensando que un principio no diferente al principio newtoniano de la gravitación —que daba cuenta de los movimientos celestes— podía aplicarse a la explicación de los fenómenos terrestres. Según este autor, las fuerzas atractivas eran la razón de una pluralidad de fenómenos, tales como la cohesión, la adhesión, la fluidez, la elasticidad de los cuerpos y su textura, así como de varios procesos químicos, verbigracia: la disolución de las sales en el agua, la fermentación, la efervescencia, la precipitación química, la cristalización, la congelación de los fluidos y la electricidad. El propio Newton había especulado acerca de estas fuerzas en la edición latina de la *Óptica* aparecida en 1706, sobre todo en las *cuestiones* con las cuales concluye dicha obra, pero sin ocuparse de la causa de las diferentes atracciones.[7]

---

[4] Aunque sólo con ayuda divina, de acuerdo con Newton y sus seguidores.

[5] John (Joannis) Keill, “*Epistola ad Cl. virum* Gulielmum Cockburn, *Medicinæ Doctorem. In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*,” *Philosophical Transactions* XXVI (1708–9): 97–110.

[6] John Freind, *Prælectiones Chymicæ: In quibus omnes fere Operatones Chymicæ Ad Vera Principia & ipſius Naturæ Leges rediguntur; Anno 1704*, Oxonii, in Musæo Ashmoleano Habitæ, 1709, en John Friend [*Johannis Friend, M.D. Serenissimæ Reginæ Carolinæ Archiatri,*] *Opera Omnia Medica*, London, Johannis Wright, 1733; Francis Hauksbee, *Physico-mechanical Experiments on Various Subjects*, London, 1709; John Harris, *Lexicon Technicum: Or, An Universal English Dictionary of Arts and Sciences: Explaining not only the Terms of Art, but the Arts Themselves,* 2 Vols., London, Dan. Brown etc., 1704-1710.

[7] Isaac Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de

Sin embargo, a diferencia del principio de la gravitación, que en física explicó la caída de los graves y diversos fenómenos celestes, por diversas razones, la doctrina de las fuerzas atractivas de Keill y sus seguidores no logró el mismo éxito respecto de los fenómenos químicos que pretendía aclarar.[8] La revolución que llevaría a desentrañar procesos centrales como la combustión no llegó hasta el último cuarto del siglo XVIII, con la obra de Lavoisier, quien abrió las puertas de la química cuantitativa. Mas adelante, en el siglo XIX, se descubrió que la cohesión y la adhesión se deben a diversas fuerzas intermoleculares atractivas, originadas en fuerzas eléctricas, que actúan entre dos partes adyacentes de una substancia —sólida o líquida— o entre partes adyacentes de substancias diferentes. Por otro lado, la comprensión del estado líquido, así como de todos los estados de la materia, sólo llegó con la teoría cinética molecular. Finalmente, el advenimiento de las teorías contemporáneas de la materia a comienzos del siglo XX y el descubrimiento de la mecánica cuántica hicieron posible explicar la unión de los átomos dentro de las moléculas o la de las partículas subatómicas en el interior de los átomos.

De lo que hemos dicho no se sigue que los trabajos de los newtonianos en torno a las fuerzas atractivas carezcan de toda importancia. Al contrario, las doctrinas de estos autores, si bien son claramente insuficientes cuando las comparamos con las teorías y discusiones posteriores acerca de la estructura de la materia, en especial aquellas de la física contemporánea, por otro lado son interesantes en tanto revelan, en las etapas iniciales de la constitución de la física clásica, la conexión de problemas y conceptos fundamentales de la ciencia con

---

la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, basada a su vez en la 4ª edición, London, 1730, Qu. 31 (23 de la edición latina de 1706), pp. 375-6.

[8] Entre ellas, las siguientes: *i*. No se pudieron construir experimentos que efectivamente la confirmaran. *ii*. Por ello, aunque sus autores especularon sobre la forma de la ley de la fuerza atractiva, no llegaron a determinar una forma matemática de la misma que fuera corroborada experimentalmente. *iii*. En consecuencia, a pesar de la exposición “more geométrico” de sus ideas, hay poca matemática en la “*Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*,” de Keill. En realidad, este no pudo elaborar una doctrina de las fuerzas atractivas que permitiera demostrar matemáticamente los fenómenos químicos.

problemas y nociones centrales filosóficas, metafísicas y religiosas; conexión que, aunque atenuada, no ha desaparecido en la ciencia contemporánea.[9] Ello se debe a que las doctrinas de los newtonianos suscitaron discusiones y reflexiones respecto de la naturaleza, posibilidad y existencia de fuerzas atractivas en la materia, incluyendo la fuerza de gravedad, las cuales, a su vez, remitieron a renovadas controversias en torno a la naturaleza de la filosofía mecánica y la determinación de sus principios. Por esta razón, los trabajos de los autores newtonianos tienen gran interés histórico, el cual se acrecienta por su influjo sobre autores posteriores, científicos y filosóficos.

Las discusiones a las cuales nos hemos referido se habían iniciado tan pronto fue propuesta la teoría de la gravitación universal, pero adquirieron mayor intensidad después de que intervinieron en ellas los seguidores de Newton, en particular Keill. Cuando aparecieron los *Principia mathematica*, los cartesianos reaccionaron contra la física newtoniana por la introducción de la atracción, acusándola de reiterar las desacreditadas cualidades ocultas de los aristotélicos y los escolásticos, y revivieron la vieja crítica que consideraba a la atracción como una cualidad oculta.[10]

---

[9] Ejemplo de ello —respecto de la vinculación de la ciencia con la religión— son los intentos de conciliar la física de nuestros días con la existencia de Dios, de los cuales uno de los más conocidos es el de Paul Davies, *Dios y la Nueva Física*, Salvat, Barcelona, 1986.

[10] Ver, p. ej.: Joseph Saurin, *An examination of a considerable difficulty proposed* by M. Huygens, *against the Cartesian system of the cause of gravity* (April 10, 1709), en *The Philosophical History and Memoirs of the Royal Academy of Sciences at Paris: or, An Abridgement of all the Papers relating to Natural Philosophy, which have been pubish'd by the Members of that Illustrious Society. With many Curious Observations relating to the Natural History and Anatomy of Animals, &c. Illustrated with Copper-Plates*, Translated and Abridged by John Martyn, Vols. I-V, London, John and Paul Knapton, 1742, Vol. III, No. 29, pp. 201-219, p. 219. Ver asimismo: Fontenelle, *Œuvres Complètes*, Paris, Fayard, 1989, Vol. 7, pp. 271-83, p. 279, quien elogia a Saurin ; y la introducción de Peter Laslett a Jacques Rohault, *A System of Natural Philosophy. A Facsimile of the Edition and Translation by John and Samuel Clarke Published in 1723*, 2 Vols., Johnson Reprint Corporation, New York and London, 1969, Vol. 1., p. xx. Sobre esto también puede verse la primera parte de nuestra investigación: Gustavo Sarmiento, *Sobre los*

Aún más importante que la reacción de los cartesianos fue la de Leibniz y sus seguidores. Si bien este filósofo criticó muchas explicaciones cartesianas en física, siempre estuvo de acuerdo con el espíritu mecanicista que inspiraba a la física cartesiana. Sus discrepancias con los ingleses, inicialmente expresadas de manera epistolar, después se hicieron públicas, como parte de una disputa con Newton y sus seguidores, que se volvió particularmente desagradable cuando Leibniz fue acusado injustamente desde el bando inglés de haber plagiado el cálculo a Newton.[11] La controversia entre newtonianos y leibnizianos, cuya intensidad dividió a los filósofos de la naturaleza por mucho tiempo, abarcó una pluralidad de aspectos, además de la contienda acerca de la prioridad en la invención del cálculo infinitesimal. Se discutió sobre la existencia —o inexistencia— y naturaleza de la fuerza atractiva en la materia, la existencia del vacío, cuál es la verdadera filosofía mecánica, si la atracción tiene cabida en una explicación mecanicista de la naturaleza o se trata de una cualidad oculta, cuál el papel de Dios y de las causas finales en la naturaleza, e incluso surgieron connotaciones políticas en la rivalidad entre ambos grupos cuando Jorge I ocupó el trono de Inglaterra.[12]

Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1, John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud, Publicación Independiente, Caracas, 2019, pp. 76-77.

[11] Ver ibid., pp. v-vi, 2-3, 5-7, 29-31, donde nos hemos referido brevemente a esto. John Keill, "Epistola ad Clarissimum Virum Edmundum Halleium Geometriae Professorum Savilianum, de Legibus Virium Centripetarum," 1708, en *Philosophical Transactions* (1683-1775), Vol. 26 (1708-1709), pp. 174-188, p. 185, fue quien acusó a Leibniz de plagio. El lector interesado en un examen dedicado a la disputa sobre la prioridad en la invención del cálculo, puede ver la introducción al volumen 5, pp. xxi-xxvii, de Isaac Newton, *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull et al., 7 Vols., Cambridge, Cambridge University Press, 1959 -1977; y, para un estudio completo del tema, el libro de A. Rupert Hall, *Philosophers at War. The Quarrel Between Newton and Leibniz*, Cambridge, 1980, donde el papel de Keill es examinado en las páginas 145, 170-7 y 203-13.

[12] Sobre esto, ver la introducción de André Robinet a su edición de la Correspondencia entre Leibniz y Clarke, *Correspondance Leibniz-Clarke*, Paris, Presses Universitaires de France, 1957, Introduction, pp. 1 ss. Para un estudio histórico reciente sobre el contexto de la disputa Leibniz-Newton, ver: D.

En este trabajo examinaremos la doctrina de las fuerzas atractivas de la materia de los autores newtonianos John Keill, John Freind, George Cheyne y W. J. 's Gravesande. Haremos esto a través de una revisión de los escritos en los cuales ellos exponen sus concepciones. Ahora bien, una adecuada comprensión de las doctrinas acerca de la atracción de comienzos del siglo XVIII, requiere la realización de dos tareas adicionales. En primer lugar, la revisión de los puntos de vista del propio Newton acerca de la naturaleza de la gravedad —y la explicación de esta fuerza— así como de sus especulaciones acerca de otras fuerzas atractivas. En segundo lugar, es necesario ver las críticas de Leibniz y sus partidarios a la idea de que la materia posee una fuerza atractiva. Estas críticas tocan puntos medulares de la concepción de los newtonianos y permiten un mejor discernimiento de la naturaleza de dicha fuerza, así como del carácter del mecanicismo moderno.

Como se dijo en el prólogo, este trabajo es la segunda parte de una investigación más amplia sobre los fundamentos de la filosofía natural en la modernidad, deberíamos decir: acerca de ciertos aspectos de los fundamentos filosóficos de la ciencia de la naturaleza que surge a finales del siglo XVII. En la primera parte de dicha investigación examinamos la crítica al cartesianismo y al materialismo mecanicista, la importancia de la geometría en la filosofía natural, el método de la filosofía natural y la afirmación del vacío y la divisibilidad infinita de la materia, todo ello de acuerdo con la obra de John Keill.[13] Allí explicamos que lo que nos condujo a la obra de Keill fue una indagación acerca de los presupuestos de la problemática antinómica en la filosofía precrítica de Kant, sobre todo aquellos que anteceden a la formulación de la segunda antinomia, la primera que el filósofo de Königsberg encontró y trató de resolver e históricamente la más importante de las antinomias de la cosmología

Bertoloni Meli, "Carolina, Leibniz, and Clarke," *Journal of the History of Ideas*, Vol. 60, No. 3, July 1999, pp. 469-486.

[13] Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad*, *Volumen 1*, *John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud*, Publicación Independiente, Caracas, 2019.

racional.[14] Keill es un importante antecesor de varias doctrinas que encontramos en la obra precrítica y crítica de Kant. Nos referimos a sus posturas acerca de la división *in infinitum* de la materia —entre ellas, el uso de demostraciones geométricas para establecerla—, a sus argumentos a favor de la posibilidad y existencia del vacío, y a que Kant adopta tanto el espíritu como varios detalles de la doctrina keilliana de las fuerzas atractivas, si bien la expande, incluyendo una fuerza repulsiva en la materia.

Mediante el examen de los puntos de vista de los newtonianos, del propio Newton y de Leibniz, intentaremos poner de relieve que las concepciones antagónicas expresadas por newtonianos y leibnizianos acerca de la existencia de fuerzas atractivas en la materia, así como sus posiciones divergentes sobre la naturaleza de dichas fuerzas, se apoyan en nociones diferentes de la filosofía mecánica, en particular respecto de los principios fundamentales de la misma y su completitud. Debido a sus puntos de vista empiristas, los newtonianos están dispuestos a postular en la materia una fuerza atractiva esencial que actúa a distancia, mientras que Leibniz y sus seguidores tienen a este punto de vista como absurdo y contrario al mecanicismo. Estas concepciones antagónicas se fundan a su vez en concepciones filosóficas diferentes. Bajo los presupuestos racionalistas de Leibniz, el análisis de la idea de cuerpo o materia, llevado a cabo por la razón, conduce a una determinación clara y distinta de todas las propiedades esenciales de los cuerpos, de las cuales no forma parte la atracción. Como consecuencia de la impenetrabilidad de la materia, el contacto es la única manera inteligible en que un cuerpo puede actuar sobre otro, lo cual excluye definitivamente a la acción a distancia y la atracción. En cambio, los principios empiristas de los newtonianos hacen posible que se proponga una fuerza atractiva en la materia, apoyándose en la consideración de la gravedad presentada por Newton en los *Principia mathematica*, pero llegando a afirmar la existencia real de fuerzas atractivas —la gravedad y otras— en la materia. Puesto que ellos no piensan que las determinaciones esenciales de la materia son conocidas por la razón a priori, sino que su aprehensión

[14] Ver: Gustavo Sarmiento, *La Aporía de la División en Kant*, Equinoccio. Ediciones de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, 2004.

se funda en la experiencia, que nunca es completa —por lo cual no nos puede mostrar la comprensión de la idea de cuerpo como totalidad absoluta y completa—, los newtonianos no creen que la determinación de la esencia de la materia pueda ser establecida definitivamente, excluyendo a la atracción. A la base de las dos maneras de comprender la determinación y consecuencias de la esencia del cuerpo, están pensamientos diferentes acerca de los fundamentos de la verdad. Para Leibniz, la *claridad* y *distinción* que caracterizan al conocimiento verdadero de los principios son obtenidas a priori por la razón mediante análisis de conceptos, mientras que los filósofos de la naturaleza newtonianos consideran que la experiencia —interpretada geométricamente— es la que puede dar claridad y distinción, por lo tanto verdad, al conocimiento científico. Tanto los newtonianos como Leibniz tienen una metafísica a la base de sus doctrinas. Algunos elementos de las respectivas metafísicas se revelan con ocasión de las discrepancias en torno a las fuerzas atractivas. Esto permite ver como la metafísica refinada de Leibniz ayuda a desbrozar el camino de la filosofía mecanicista de la extensión, la impenetrabilidad y el movimiento, de los obstáculos que pueden provenir de una errónea metafísica, cuando esta intenta reintroducir en la filosofía natural conceptos provenientes de la teoría tradicional de las formas substanciales y las cualidades, de la doctrina de la causalidad final, o la teología. Al mismo tiempo, Leibniz logra una interesante conciliación del mecanicismo estricto respecto de la *res extensa* con la existencia de Dios y de finalidades en el mundo. En cambio, presuponiendo una metafísica más bien ingenua, Newton y los suyos intentan conciliar a la ciencia con la religión sobre la base de una intervención directa de Dios en la naturaleza.

A fin de probar nuestra tesis, en el primer capítulo examinaremos los puntos de vista en torno a la naturaleza de las fuerzas atractivas de la materia en las obras de los cuatro autores newtonianos antes mencionados. Comenzaremos con la importante "*Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*," de Keill, publicada por las *Philosophical Transactions* de la *Real Sociedad* en 1708, en la cual se afirma que los principios de la física son la divisibilidad infinita de la magnitud, la existencia del vacío y la fuerza atractiva de la materia. Este escrito adscribe por primera vez una fuerza

atractiva esencial a la materia. Después examinaremos una obra influida por la *Epistola* de Keill, a saber: las *Praelectiones Chymicae* publicadas en 1709 por John Freind. A continuación revisaremos algunas tesis de los *Philosophical Principles of Natural Religion* de George Cheyne, que aparecieron en 1705 y exponen la idea de que la atracción gravitatoria es una fuerza impresa en la materia por Dios.[15] Finalmente, veremos la influencia de Keill sobre otro importante manual de física newtoniana, los *Mathematical Elements of Physicks prov'd by Experiments etc.* de W. J. 'sGravesande, que salieron a la luz en 1720.[16] Los puntos de vista de estos autores fueron históricamente influyentes y dieron lugar a la reacción de los leibnizianos en las *Acta Eruditorum* de Leipzig. Su alcance llegó hasta autores como Kant, lo cual se hace evidente en obras precríticas como los *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendingen Kräfte* de 1746, la *Nova dilucidatio* de 1755 o la *Monadologia physica* de 1756,[17] y continua en otras obras críticas como los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* de 1786.[18]

En el segundo capítulo examinaremos los puntos de vista que el propio Newton produjo acerca de la atracción a lo largo de su carrera, mientras que las críticas de Leibniz a esta fuerza, junto con una presentación de la opinión de Christian Wolff, influida por la de Leibniz, serán vistas en el tercer capítulo.

---

[15] Emplearemos la tercera edición de esta obra: George Cheyne, *Philoſophical Principles of Religion. Natural and Revealed*, 2 Parts, 3a edición, London, George Strahan, 1724.

[16] Willem Jacob 'sGravesande, *Mathematical Elements of Physicks, Prov'd by Experiments: Being an Introduction to Sir Isaac Newton's Philosophy*, traducción de John Keill, London, G. Strahan, 1720.

[17] *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendingen Kräfte und Beurtheilung der Beweise derer sich Herr von Leibnitz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedienet haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen, durch Inmanuel Kant*, en Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden,* Wilhelm Weischedel Ed., Wissenschafliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1983, Vol. 1, pp. 7-218; *Principiorum primorum cognitionis metaphysicae nova dilucidatio*, Kant, *Werke in sechs Bänden*, Vol. 1, pp. 401-509; *Methaphysicae cum geometria iunctae usus in philosophia naturali, cuius specimen i. continet monadologiam physicam*, Kant, *Werke in sechs Bänden*, Vol. 1, pp. 511-563.

[18] Kant, *Werke in sechs Bänden*, Vol. 5, pp. 7-135.

Finalmente, en las conclusiones haremos un sumario de nuestros hallazgos y examinaremos el influjo de las doctrinas de los newtonianos sobre la filosofía de Kant. Con ello, esperamos poder avanzar en el conocimiento de algunos antecedentes de la evolución del pensamiento kantiano, en particular de la problemática antinómica y sus concepciones precrítica y crítica de la materia, lo cual creemos que contribuirá a una mejor comprensión de su filosofía.

Antes de comenzar a examinar los escritos de los autores newtonianos, será conveniente referirnos a un tema cuya mención es necesaria para comprender adecuadamente la doctrina de las fuerzas atractivas y las criticas que la misma suscitó. Es bien sabido que, con el triunfo de la filosofía mecánica en la modernidad, los filósofos de la naturaleza dejaron a un lado las explicaciones de los fenómenos construidas en base a entidades no observables —como las *formas substanciales* y las *cualidades reales* de la física aristotélico-escolástica— y las sustituyeron por explicaciones fundadas en entidades observables empíricamente. De esta manera, la filosofía natural de la modernidad impuso una explicación de los fenómenos naturales a partir de unos pocos principios: la materia, el movimiento y las leyes de dicho movimiento, interpretadas geométricamente. La obra de Robert Boyle constituye uno de los mejores ejemplos de la influencia de la filosofía mecánica en la ciencia de la modernidad. Boyle logró progresos en la comprensión de las propiedades químicas de la materia, suministró evidencia experimental a favor de la filosofía mecánica y mostró que todas las propiedades químicas se podían explicar en términos mecánicos.[19] En *The Sceptical Chymist*, publicado en 1661,[20] este científico defendió la filosofía experimental y atacó tanto a la teoría aristotélica de los cuatro elementos (tierra, aire, fuego y agua) como a los principios propuestos por Paracelso (sal, azufre y mercurio). La mayoría de los químicos empleaba una de estas dos teorías —o ambas— para dar cuenta de la existencia de los cuerpos y sus diferentes propiedades, pero —en lugar de recurrir a las teorías tradicionales— Boyle desarrolló el

---

[19] A este respecto es interesante un trabajo de Thomas Kuhn, “Robert Boyle and Structural Chemistry,” *Isis*, vol. 43, April 1952, pp. 12-36.
[20] Robert Boyle, *The Sceptical Chymist*, London, J. M. Dent & Sons Ltd., 1911.

concepto de partículas primarias que se cohesionan y producen corpúsculos. De acuerdo con este modo de pensar, las diferentes clases de substancias se explican en virtud del número, posición, distribución y movimiento de los corpúsculos de materia primaria que las constituyen, abandonando los elementos y cualidades de la física aristotélico-escolástica. Este pensamiento mecanicista y corpuscular influyó sobre la filosofía natural que le siguió, tanto en Gran Bretaña como en el continente.[21]

Por lo general, los científicos de la modernidad no se plantearon como tarea la construcción de un sistema de filosofía natural mecanicista, casi no trataron las relaciones de ésta con el resto de la filosofía y no tuvieron mayor interés en los fundamentos metafísicos que pudiera tener la filosofía natural. Es verdad que ocasionalmente reflexionaron al respecto,[22] pero cuando esto ocurrió fue de manera casual, ya que tales cuestiones no eran la finalidad de su trabajo. No obstante, era necesario ocuparse de dichas tareas para dar una base firme y definitiva a la filosofía mecánica, liberándola del aparato conceptual de la escolástica. Esta era una faena filosófica y el primero que propuso un sistema mecanicista de toda la filosofía natural y la integró al resto de la filosofía en una gran unidad fue Descartes.[23] Es él quien fundamenta filosóficamente la física mecanicista de la extensión y el movimiento. Su distinción del alma y el cuerpo le permitió determinar la esencia del cuerpo como extensión. De esto se siguen la divisibilidad infinita de la materia, la inexistencia del vacío y la negación de las formas substanciales —por medio de las cuales la escolástica explica las

---

[21] Boyle es el autor de la expresión “filosofía corpuscular”. *Origin of Forms and Qualities*, en *The Works of the Honorable Robert Boyle*, Thomas Birch (Ed.), London, A. Millar, 1744, Vol. II, p. 454, citado en Kuhn, Art. Cit., p. 18, nota: “that philosophy, which I find I have been much imitated in calling Corpuscularian.”

[22] Por ejemplo, hay consideraciones de esta clase en Boyle —y después en autores como Richard Bentley, Samuel Clarke y el propio Newton—.

[23] Dicha unidad está fundada en última instancia en la unidad del espíritu humano. Ver: *Règles pour la direction de l’esprit*, traducción y notas de J. Sirven, Paris, Librairie Philosophique J. Vrin, 1996, I, pp. 2, 3; y *Principes de la Philosophie*, en *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 -1974, Vol. IX-2, p. 14.

operaciones de los cuerpos— y las cualidades reales —que definían sus propiedades—. Al abandonar estos conceptos la física escolástica que se fundaba en ellos pierde su sustento. De esta manera, Descartes introduce el mecanicismo en la filosofía, como explicación de una de las dos regiones del ente, la *res extensa*.

La crítica de las formas substanciales y de las cualidades reales es central en el cartesianismo. Como el alma racional mueve al cuerpo y a su vez recibe sensaciones a través del mismo, se piensa que ella está unida al cuerpo. La tradición ha comprendido esta unidad a la luz de la teoría aristotélica de la substancia, afirmando que el alma es la forma substancial del cuerpo. De acuerdo con la interpretación cartesiana de la tradición, los filósofos escolásticos extendieron esta manera de pensar de manera errónea a la naturaleza entera, por lo cual atribuyeron a todos los cuerpos principios internos de movimiento análogos al alma, que son las *formas substanciales*, y propiedades análogas a nuestras sensaciones —como el calor, el frío, la dureza y otras—, que constituyen las *cualidades reales*.[24] Sobre este punto aplicó sus objeciones la física cartesiana. Así, por ejemplo, el influyente tratado de Jacques Rohault, aparecido en 1671, responde de manera negativa a la pregunta por la existencia de las formas substanciales, interpretadas por Rohault como formas que son substancias reales y en consecuencia tienen una existencia distinta de la materia.[25] De acuerdo con Rohault, la instancia del alma racional no prueba la existencia de las formas de otros seres que son puramente materiales,[26] ya que el alma racional no es la forma del cuerpo humano en tanto cuerpo.[27] Los escolásticos piensan que las funciones vitales

---

[24] Sobre esto, ver el comentario de Gilson al *Discurso del Método*: René Descartes, *Discours de la Méthode,* texto y comentario de Étienne Gilson, 4a edición, Paris, Vrin, 1967, p. 384. Ver también: Étienne Gilson, "Descartes et la métaphysique scolastique," Revue de l'Université de Bruxelles, 1924, No. 2, première lesson.
[25] Hemos empleado la edición de 1723 de la traducción al inglés de John Clarke, con notas de su hermano, Samuel Clarke: Jacques Rohault, *A System of Natural Philosophy. A Facsimile of the Edition and Translation by John and Samuel Clarke Published in 1723,* 2 Vols., Johnson Reprint Corporation, New York and London, 1969, Vol. 1, I, XVIII, 2, p. 103.
[26] Ibid.
[27] Ibid., 3, p. 103.

dependen del alma porque cuando ella es separada del cuerpo, este es incapaz de realizar dichas funciones. De allí que creyeran que el alma racional es la forma del cuerpo. En cambio, para Rohault es al revés: El alma abandona al cuerpo porque este muere —es decir, se descompone y corrompe—. El error de la tradición consiste en pensar que las funciones vitales del cuerpo requieren del alma, pero en realidad no es así, ya que la respiración, la alimentación y todas las demás funciones corporales pueden explicarse de manera puramente mecánica, sin recurrir al alma.[28] Por esto, Rohault concluye diciendo que no es razonable afirmar que hay formas substanciales en las cosas que son meramente corpóreas, tan solo a partir de la instancia del alma racional —que es muy diferente de las formas comunes de los cuerpos— y sin conocer primero las formas particulares de todas las clases de cuerpos.[29]

El propio Descartes había desarrollado una crítica de las formas substanciales y las cualidades reales en el tratado *Le Monde*, que apareció póstumamente en 1664.[30] De acuerdo con esta obra, diversas experiencias nos conducen a dudar de la concepción según la cual todas las ideas formadas en la mente a través de los sentidos son semejantes a entidades reales existentes en los cuerpos.[31] La física escolástica está bajo el influjo de esa concepción, que da lugar a la atribución de dichas ideas a las cosas como cualidades reales. Sin embargo, lo que se observa en las transformaciones de los cuerpos, por ejemplo, cuando la llama

---

[28] Ibid., 4, pp. 103-104.
[29] Ibid., 5, p. 104.
[30] Descartes, *Le Monde*, en *Oeuvres de Descartes*, Vol. XI., Cap. 1, p. 3-6, Cap. 2, p. 7-8, 9-14, Cap. 5, p. 25-p. 26, Cap. 7, p. 40. Este trabajo fue compuesto entre 1629 y 1633, pero Descartes prefirió no publicarlo cuando se enteró del proceso y condenación de Galileo por la iglesia católica.
[31] *Le Monde*, Cap. 1, pp. 3 ss. Así, por ejemplo, la idea del sonido que nos formamos cuando alguien habla no es semejante a lo que lo causa, pues las acciones del hablante que producen el sonido —mueve sus labios, exhala aire, etc.— son diferentes del sonido que oímos. Por otro lado, los filósofos afirman que el sonido es la vibración del aire que afecta nuestros oídos. Otro tanto ocurre con el tacto, que, siendo de todos los sentidos el que tenemos por más confiable, sin embargo nos hace concebir ideas que no se asemejan a los objetos que las producen. Verbigracia: las ideas del cosquilleo y el dolor que se producen con ocasión del contacto con los cuerpos externos no tienen ninguna semejanza con ellos.

quema madera, es el movimiento de las pequeñas partes de la madera y su separación.[32] En cambio, los elementos de la explicación escolástica: la *forma substancial* del fuego, la *cualidad real* del calor y la *acción* de quemar la madera son, para *Le Monde*, productos de la imaginación, que no explican lo que los fenómenos naturales, en este caso la llama, son.[33] Se trata de conceptos superfluos, porque si uno se queda con lo que ve que necesariamente debe haber,[34] es suficiente el movimiento de las partes de los cuerpos para explicar los fenómenos.[35] Las propias *formas*, *acciones* y *cualidades* de los cuerpos se explican mecánicamente a partir del *movimiento, tamaño* y *velocidad* de sus *partes*,[36] y de esta manera se esclarecen muchas propiedades, como, por ejemplo, la distinción entre los cuerpos duros y los líquidos. De acuerdo con el punto de vista mecanicista de *Le Monde*, la diferencia entre la *solidez* y la *fluidez* no se debe a la presencia de cualidades ni formas, sino al estado de reposo o movimiento —de unas en relación con las otras— de las partes de materia. El cuerpo sólido se explica a partir del reposo de sus partes y el líquido, o mejor, el fluido, a partir del movimiento de las suyas.[37]

Será interesante detenernos por un momento en la doctrina cartesiana de los elementos. De la física escolástica, el cartesianismo retiene la distinción de todos los cuerpos en elementos, o cuerpos simples,

---

[32] *Le Monde*, Cap. 2, p. 7.
[33] Ibid.
[34] La naturaleza de este "ver" no es tratada en *Le Monde*. Como es sabido, en obras posteriores, Descartes arguye que es el espíritu el que aprehende los principios de los cuerpos, a partir de los cuales se explican los fenómenos naturales.
[35] Ibid., Cap. 2, pp. 8-9.
[36] La forma de la llama consiste en que ésta está constituida por pequeñas partes cuyo movimiento es muy rápido y violento, por lo cual impulsan y mueven con ellas a las partes de los cuerpos a los que tocan que no ofrecen excesiva resistencia, como las partes de la madera. Ibid., p. 8. La acción de la llama también es esclarecida en virtud del movimiento de sus partículas. De igual manera, sus cualidades —por ejemplo: la de calentar y alumbrar— se fundan en el movimiento de sus partes, que, según los diferentes efectos que produce, se denomina en unos casos calor y en otros luz. Ibid., p. 9.
[37] Ibid., Cap. 3, p. 13: "Or je ne trouve point d'autre difference entre les corps durs & les corps liquides, sinon que les parties des vns peuvent estre separées d'ensemble beaucoup plus aisément que celles des autres."

y cuerpos mixtos, resultantes de la composición o mezcla de los elementos.[38] A esto corresponde una distinción de las formas en simples, pertenecientes a los cuerpos simples, que tienen pocas propiedades, y formas compuestas, pertenecientes a los cuerpos compuestos, dotados de muchas propiedades.[39] Pero en *Le Monde*, por un lado, Descartes reduce el número de elementos a tres de los cuatro que admitía Aristóteles,[40] y, por el otro, modifica drásticamente la concepción tradicional de los mismos.[41] A diferencia de los antiguos, el cartesianismo no distingue a los elementos entre sí por medio de cualidades elementales, como *caliente*, *frío*, *seco* o *húmedo*, sino en virtud de la configuración de sus partes constitutivas, basada en las diferencias de velocidad y tamaño de dichas partes. En realidad, para explicar sus elementos, Descartes los despoja de todas las cualidades que les atribuía la física tradicional. La razón de ello es que las cualidades elementales no aclaran nada y, más bien, ellas mismas tienen necesidad de explicación. Otro tanto sucede con las demás cualidades de la física tradicional. Todo esto puede, de acuerdo con Descartes, comprenderse sin necesidad de suponer otra cosa en la materia que el movimiento, tamaño, figura y disposición de sus partes:

> Que si vous trouvez estrange que, pour expliquer ces Elemens, je ne me serve point des Qualitez qu'on nomme Chaleur, Froideur, Humidité, & Sécheresse, ainsi que font les Philosophes : je vous diray que ces Qualitez me semblent avoir elles-mesmes besoin d'explication ; & que, si je ne me trompe, non seulement ces quatre Qualitez, mais aussi toutes les autres, & mesme toutes les formes des corps inanimez, peuvent estre expliquées,

---

[38] Descartes, *Le Monde*, Cap. 5, pp. 23 ss.; cfr.: Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, I, 19, 1, pp. 105-106.

[39] Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, I, 18, 8, p. 105.

[40] De los cuatro elementos tradicionales: *tierra*, *agua*, *aire* y *fuego*, Descartes sólo retiene *tierra*, *aire* y *fuego*. *Le Monde*, Cap. 5, p. 25; ver también: Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, I, 21, 7, p. 115, 11, p. 116. En base a estos tres elementos, la cosmología expuesta en *Le Monde* da cuenta del origen y naturaleza de las estrellas, los planetas y el cielo, o medio interpuesto entre ellos. *Le Monde*, Caps. 6-10.

[41] El cartesianismo no sólo deja a un lado la concepción aristotélica de los elementos (Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, I, 19, pp. 105 ss.), sino también la de las teorías químicas bajo la influencia de Paracelso (cuyos elementos, para el siglo XVII, según el recuento de Rohault, eran *mercurio*, *flema*, *azufre*, *sal* y *caput mortuum*; ibid., 20, pp. 108 ss.).

sans qu'il soit besoin de supposer pour cét effet aucunne autre chose en leur matiere, que le mouvement, la grosseur, la figure, & l'arrangement de ses parties.[42]

Por otro lado, para Descartes, la forma de los elementos no es una forma substancial, sino que también depende del movimiento, tamaño, figura y disposición de las partes de la materia. Además, y como consecuencia de su composición a partir de los elementos así concebidos, los cuerpos mixtos cartesianos no tienen forma propia —la cual evidentemente tampoco sería una forma substancial—, a diferencia de los cuerpos mixtos escolásticos, sino que se reducen a una combinación inestable de los elementos que los componen, los cuales no cambian de naturaleza al unirse para formar los cuerpos compuestos.[43]

Este tipo de explicación fue difundida por los tratados de física cartesiana. De acuerdo con el de Rohault, la filosofía mecanicista da cuenta de las formas de los tres elementos y, a partir de ello, de las formas de los cuerpos compuestos, tanto duros como líquidos y

---

[42] *Le Monde*, Cap. 5, pp. 25-6.

[43] Ibid., p. 26. Otros aspectos interesantes de la teoría de los elementos de *Le Monde* son los siguientes: De la doctrina de la escuela, Descartes conserva el pensamiento de que los elementos son de naturaleza opuesta (ibid., pp. 29-30), y esto, según Gilson, continúa en el cartesianismo el tema escolástico de la "guerra de los elementos". Por otro lado, Descartes piensa que los elementos tienen lugares en el mundo que les están destinados en particular, en donde pueden conservarse perpetuamente en su pureza natural (ibid., pp. 28-9). El elemento del fuego, el aire y la tierra forman respectivamente las estrellas, los cielos y los planetas y cometas (ibid., p. 29), y no puede haber cuerpos mezclados en otra parte que sobre la superficie de estos grandes cuerpos, donde los elementos de naturaleza opuesta entran en contacto, actuando contra sus naturalezas mutuas y formando diversos cuerpos mezclados (ibid., p. 29). Por ello no percibimos cuerpos mezclados sino en la superficie de la tierra (ibid., p. 30). Sin embargo, la explicación de todo lo anterior es mecánica, ya que Descartes deja a un lado la teoría de los movimientos naturales de los elementos. Así, por ejemplo, el movimiento del fuego, lo mismo que el de los restantes cuerpos, viene determinado desde el exterior por la acción de los cuerpos con los cuales está en contacto. La explicación mecánica de Descartes afirma que la llama se mueve hacia arriba porque los cuerpos que están en contacto con ella ofrecen mayor resistencia a su movimiento por todos los demás lados (ibid., cap. 2, pp. 8-9). Esto es diferente a decir que por su naturaleza particular la llama tiende a moverse hacia arriba. Ver también el comentario de Gilson al *Discours de la Méthode*, p. 389.

blandos,[44] al igual que de sus cualidades. Para este autor, hay que dejar a un lado el punto de vista tradicional pues no existen las llamadas *cualidades reales*,[45] ya que las cualidades de los cuerpos se explican mecánicamente, en base a la distribución, disposición, tamaño, figura, movimiento y choques de las partes de materia que los constituyen. Así ocurre con las principales cualidades del tacto: la dureza, la liquidez, el calor y el frío. Después de aclarar estas cualidades es fácil explicar las demás que corresponden al mismo sentido.[46] Según Rohault, Aristóteles sólo ha dicho lo que el calor y el frío hacen, pero no lo que son,[47] y sus intérpretes —léase: los escoláticos— piensan que el calor y el frío son algo en los cuerpos semejante a la sensación que tenemos en cada caso.[48] Frente a ello, el punto de vista cartesiano es que estos filósofos no tienen prueba de lo que sostienen,[49] ya que el calor del fuego o el frío del hielo, siendo propiedades o cualidades pertenecientes a cuerpos inanimados, no pueden ser semejantes a las sensaciones que sentimos por medio de ellos, ya que estas sensaciones nos pertenecen como criaturas animadas.[50] En realidad, el calor de un cuerpo consiste en un peculiar movimiento de sus partes,[51] y el frío es lo contrario.[52] Otro tanto vale para el resto de los sentidos: las cualidades que nos revelan el gusto[53], el olfato[54], el oído[55], y

---

[44] Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, I, 22, p. 118 ss.; I, 22, 9, p. 121; 10, p. 122; 11, p. 123.
[45] "By the Word *Quality* we mean that, by which a Thing is denominated *such*; Thus *that* in the Fire, whatever it be, which has a Power to raise the Sensation of Heat in us, we call a *Quality* of the Fire, because it is from *this* that the Fire is said to be hot." Ibid., I, 4, 7, p. 16.
[46] Ibid., Vol. 1, I, 23, pp. 151 ss.
[47] Ibid., Vol. 1, I, 23, 6, p. 152.
[48] Ibid., 7, p. 152.
[49] Ibid., 8, p. 153. Y para Rohault, decir, por ejemplo, que el fuego no puede dar aquello que no tiene, no es prueba a favor de la semejanza de nuestras sensaciones con cualidades existentes en los cuerpos.
[50] Ibid., 9, p. 153. A esto, Rohault añade el conocido argumento basado en la relatividad de las sensaciones: La misma cosa produce dos sensaciones a la vez, por ejemplo: calor y frío, lo cual es imposible porque implica una contradicción. Esto indica que se trata de sensaciones y no de cualidades reales de las cosas.
[51] Ibid., 10, p. 153.
[52] Ibid., 49, p. 165.
[53] Ibid., I, 24, pp. 169 ss.
[54] Ibid., I, 25, pp. 179-182.
[55] Ibid., I, 26, pp. 183 ss.

la vista[56], se aclaran de la misma manera que las del tacto,[57] en tanto el gusto consiste en el grosor, figura y movimiento de las partes del cuerpo que gustamos,[58] sólo se necesita suponer magnitud, figura y movimiento para explicar los olores,[59] el sonido consiste únicamente en un cierto tipo de movimiento,[60] y la explicación correcta tanto de la luz como de los colores es asimismo mecánica[61].

A la base de la concepción mecanicista de *Le Monde* está su noción de la materia, en cuya naturaleza —afirma Descartes— hay solamente lo que cada uno puede conocer tan perfectamente como sea posible.[62] De conformidad con este postulado metódico, Descartes encuentra que *la materia es un verdadero cuerpo*, perfectamente sólido, que llena por igual todo el espacio. Cada parte de materia llena una parte de dicho espacio, tan proporcionada a su tamaño, que no podría llenar una mayor ni reducirse a una menor, ni permitir que mientras permanezca en ella otro cuerpo la ocupe.[63] La materia tiene solamente estas propiedades

---

[56] Ibid., I, 27, pp. 197 ss.
[57] Tal como hiciera respecto del tacto, Rohault afirma que la explicación tradicional de las cualidades del gusto, el olfato y la luz y los colores, no así de los sonidos, ofrecida por Aristóteles y la escolástica, es incorrecta. Ibid., Vol. 1, I, 24, 4, p. 170; 25, 3, p. 179; 27, 9, p. 198.
[58] Ibid., Vol. 1, I, 24, 6, p. 170; 38, p. 178.
[59] Ibid., 25, 6, p. 180.
[60] Ibid., 26, 9, p. 184; 14, p. 186.
[61] Ibid., 27, 15, p. 201.
[62] Descartes, *Le Monde*, Cap. 6, p. 33. En este capítulo, Descartes presenta, como una ficción destinada a respaldar su concepción mecanicista del universo, la descripción de un mundo nuevo. Como esta fábula permite fingir la materia según nuestra fantasía, es posible atribuirle una naturaleza en la cual no haya sino lo que es posible conocer tan perfectamente como sea posible, pero la intención de Descartes es transparente: la materia descrita en su relato de la creación de un mundo nuevo es la misma que constituye el mundo real.
[63] Ibid.: "Mais concevons-la [a la materia] comme vn vray corps, parfaitement solide, qui remplit également toutes les longueurs, & profondeurs, de ce grand espace au milieu duquel nous avons arresté nostre pensée ; en sorte que chacune de ses parties occupe toujours vne partie de cet espace, tellement proportionnée à sa grandeur, qu'elle n'en sçauroit remplir vne plus grande, ny se resferrer en vne moindre, ny souffrir que, pendant qu'elle y demeure, quelqu'autre y trouve place." Los corchetes son nuestros. Es bien conocido que para Descartes la esencia del cuerpo es la extensión. *Méditations, Oeuvres de Descartes,* Vol. IX-1, II, pp. 23-4; sextas respuestas: p. 239; *Principes de la Philosophie*, *Oeuvres*

porque ellas son las únicas que pueden ser conocidas con evidencia. Por esto, Descartes afirma expresamente que la materia, en cuanto tal, no tiene ninguna forma, ni la de alguno de los tres elementos —tierra, fuego o aire—, ni otra forma más determinada, como la de la madera, la piedra o la de un metal.[64] Y tampoco posee cualidades como ser caliente o fría, seca o húmeda, ligera o pesada, o tener algún sabor, olor, sonido, color o luz.[65] Ya hemos visto que las formas y cualidades son propiedades

---

de Descartes, Vol. IX-2, II, 4 (p. 65), 9 (p. 68), 11 (pp. 68-9); *Le Monde*, Cap. 6, p. 36. Cfr. Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, I, 7, 7, p. 24: Las *propiedades esenciales* de la materia son la *extensión*, *divisibilidad*, *figura*, e *impenetrabilidad*, y la *esencia* de la materia consiste en una de ellas, que es la *extensión* (ibid., 8, p. 24). Volviendo al pasaje de *Le Monde* que hemos citado, del mismo se desprende que la materia es impenetrable. En la identificación cartesiana de la materia con la extensión ya está pensado que la impenetrabilidad sea una propiedad esencial de la materia, o, lo que es igual, de la extensión, pues la materia no puede existir sin extensión, lo cual quiere decir que no puede ser desalojada del espacio que ocupa, o tal vez mejor: que no es posible que su extensión le sea sustraída o eliminada. Puesto de otra manera: la extensión-materia no puede ser aniquilada ni ocupada por otra extensión-materia, en consecuencia, la extensión-materia es impenetrable. Sobre esto, ver la réplica de Descartes en su carta a Henry More del 15 de abril de 1649, *Oeuvres de Descartes*, Vol. V, p. 342, donde, años después, y frente a la critica del inglés según la cuál la esencia del cuerpo consiste en su solidez y no en la extensión, Descartes llega a afirmar expresamente que la impenetrabilidad pertenece a la esencia de la extensión: "Non potest etiam intelligi vnam partem rei extensae aliam sibi aequalem penetrare, quin hoc ipso intelligatur mediam partem eius extensionis tolli vel annihilari: quod autem annihilatur, aliud non penetrat; sicque, meo iudicio, demonstratur impenetrabilitatem ad essentiam extensionis, non autem vllius alterius rei, pertinere." ["Il ne peut se concevoir qu'une partie d'une chose étendue pénètre l'autre partie qui lui est égale, sans concevoir du même coup qu'une moitié de cette étendue soit enlevée ou anéantie: or, ce qui est anéanti ne peut pénétrer autre chose; ainsi, il est démontré que l'impénétrabilité appartient à l'essence de l'étendue et non pas à l'essence d'aucune autre chose." La traducción al francés ha sido tomada de Descartes, *Œuvres et Lettres*, textes présentés par André Bridoux, Gallimard, Paris, 1953, p. 1.333.]

64 *Le Monde*, Cap. 6, p. 33.

65 Ibid. Comparar con el *Discours de la Méthode*, V, pp. 42-3, donde Descartes se refiere al Cap. 6 de *Le Monde* : "… je supposai, expressément, qu'il n'y avait en elle [la materia] aucune de ces formes ou qualités dont on dispute dans les écoles, ni généralement aucune chose, dont la connaissance ne fût si naturelle à nos âmes, qu'on ne pût pas même feindre de l'ignorer." Los corchetes son nuestros.

derivadas, no originarias, que se explican en base a las propiedades esenciales de la materia y no al revés. Como consecuencia de esto, aquellas formas o cualidades que no pueden reducirse a propiedades de la materia no existen en los cuerpos. Descartes también niega que su noción de materia coincida con la materia prima de la tradición aristotélico-escolástica, totalmente desposeída de toda forma y cualidad, de manera que —según este pensador— en ella no queda nada que pueda ser comprendido con claridad.[66]

Dios conserva a la materia, con sus cualidades esenciales, de la misma manera que la ha creado, pero los cambios en la distribución y velocidad de las partes de la materia, de los cuales dependen todas las alteraciones en la forma, cualidades y acciones de los cuerpos, no pueden atribuirse a la acción de Dios, ya que esta no cambia.[67] Lo único que Dios hace es prestar su *concurso ordinario* a la naturaleza y dejarla obrar según las leyes por Él establecidas.[68] Descartes se refiere, mediante el lenguaje de la teología escolástica, a la acción por la cual Dios conserva el mundo con sus leyes, independientemente de las intervenciones excepcionales (*concurso extraordinario*) con las cuales modificaría milagrosamente el curso ordinario de la naturaleza.[69] En *Le Monde* se

---

[66] *Le Monde*, Cap. 6, p. 33. En este momento, vale la pena destacar el tránsito desde la concepción de los cuerpos como substancias compuestas de materia y forma —dotadas de diversas cualidades reales— hacia la noción moderna del cuerpo como lo extenso, a lo cual después se añadiría la impenetrabilidad y la inercia. Además, así como se abandona la concepción tradicional de la substancia corpórea como unidad de materia y forma, en *Le Monde* se desechan las nociones tradicionales de forma y materia. Ya vimos lo referente a la eliminación de las formas substanciales. El concepto de materia como algo determinado —a saber: necesaria y suficientemente por la extensión— sustituye a la noción tradicional de la materia como algo indeterminado y determinable en virtud de su recepción de formas substanciales. El cuerpo se reduce a la materia entendida de esta manera y viceversa, la única materia que se admite es la que constituye a los cuerpos.

[67] *Le Monde,* Cap. 7, p. 37.

[68] Lo cual es particularmente claro en el sumario de los capítulos 6 y sucesivos de *Le Monde* que Descartes expone en la quinta parte del *Discurso del Método*: "[Después de crear la materia] … Dieu ne fît autre chose que prêter son concours ordinaire à la nature, et la laisser agir suivant les lois qu'il a établies." *Discours de la Méthode*, V, p. 42.

[69] Ver el comentario de Gilson al *Discours de la Méthode,* p. 384.

afirma expresamente que Dios no hace ningún milagro en el mundo.[70] En consecuencia, todos los cambios se deben tan solo a la naturaleza —que de acuerdo con *Le Monde* es la materia misma, considerada con las cualidades atribuidas a ella por Descartes, tomadas en su conjunto— y a sus leyes, que son las reglas según las cuales se realizan estos cambios.[71] Dichas leyes son eternas, como resultado de la inmutabilidad de Dios.[72]

En última instancia, los cambios se reducen al movimiento de las partes de materia que constituyen los cuerpos —las cuales también son cuerpos— y el movimiento se transmite de unas partes a otras según las leyes de la naturaleza. Ahora bien, un cuerpo no puede mover a otro sino moviéndose también él mismo, ya que solo al moverse los cuerpos impulsan y mueven a otros cuerpos.[73] A su vez, el impulso es posible solamente en virtud del contacto, que es la única causa del movimiento admitida por Descartes, de modo que la física mecanicista de la extensión y el movimiento se apoya en el contacto.[74] Otros autores siguieron a Descartes en considerar que todos los movimientos —y por lo tanto, la totalidad de los cambios en la forma, cualidades, acciones y distribuciones de los cuerpos— se originan a partir de impulsos fundados en el contacto, *la única manera de concebir claramente su explicación*, como consecuencia de la impenetrabilidad de la materia. El movimiento se transmite por la aplicación de un cuerpo sobre otro y *no hay acción a distancia*.[75] Esto es lo que en la física cartesiana vuelve innecesarias a las formas substanciales y a las cualidades de la escolástica: simpatías y antipatías, atracciones, etc., que son rechazadas por no ser claras y distintas como el contacto y los impulsos.[76] Como consecuencia de lo

[70] *Le Monde*, Cap. 7, p. 48. Cfr.: *Principes de la Philosophie*, *Œuvres de Descartes*, Vol. IX-2, II, 36, p. 84.
[71] *Le Monde*, Cap. 7, p. 37.
[72] Ibid., p. 38.
[73] Ibid., Cap. 2, p. 8.
[74] *Meditations*, VI, p. 69. En los *Principes de la Philosophie*, los principios 25 (p. 76), 28 (p. 78) y 37 (p. 84) presuponen el contacto como causa de movimiento.
[75] Ver, por ejemplo: Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, I, 10, 1-3, pp. 38 ss.
[76] Puesto que para el cartesianismo extensión y cuerpo son lo mismo, no hay vacío, sino un *plenum*, en el cual es posible dar cuenta de toda interacción entre los cuerpos por medio del antedicho contacto.

anterior, todas las determinaciones y cualidades que se encuentran en la materia obedecen a las mismas leyes de la naturaleza que rigen el movimiento, tanto aquellas denominadas *Modos et entia rationis cum fundamento in re* (modos y seres de razón con fundamento en la cosa), como las *Qualitates reales* (sus cualidades reales) que no tienen más realidad que las demás.[77]

Es bien conocida la importancia que Descartes —y después Leibniz— atribuye a la *claridad* y *distinción* como *criterios* de la *verdad*.[78] Ahora bien, de las formas substanciales no podemos tener un

---

[77] Descartes, *Le Monde*, Cap. 7, p. 40.

[78] Descartes, *Principes de la Philosophie*, I, 43, p. 43: "… nous ne sçaurions faillir en ne jugeant que des choses que nous apperceuons clairement & distinctement." De acuerdo con las *Meditaciones*, tanto las cosas que concebimos clara y distintamente mediante el entendimiento como los juicios que formamos sobre ellas son verdaderos, porque toda concepción clara y distinta es algo real y positivo. *Meditations*, IV, pp. 49-50. Cfr. *Discours de la Méthode*, 1ª regla, p. 18. Descartes explica lo que entiende por claridad y distinción en los *Principios de Filosofía*: "I'appelle claire celle [aquel conocimiento] qui est presente & manifeste à vn esprit attentif : de mesme que nous disons voir clairement les objets, lors qu'estant presents ils agissent assez fort…, & que nos yeux son disposés à les regarder. Et distincte, celle qui… est tellement precise & differente de toutes les autres, qu'elle ne comprend en soy que ce qui paroit manifestement à *celuy qui la considere comme il faut*." *Principes de la Philosophie*, I, 45, p. 44. Para Leibniz, un conocimiento es oscuro o claro; y un conocimiento claro es a su vez confuso o distinto. Un conocimiento distinto puede ser inadecuado o adecuado, simbólico o intuitivo. El conocimiento más completo es aquél que es adecuado e intuitivo. Una representación es oscura si no basta para el reconocimiento del objeto que presenta; en cambio, el conocimiento es claro cuando es apto para permitir reconocer los objetos representados. El conocimiento claro es confuso cuando no es posible enumerar separadamente un número de características suficientes para distinguir un objeto de otro, aun cuando en el objeto se encuentren realmente tales caracteres y posea determinaciones que permitan analizar su noción. De manera que es posible conocer algo claramente sin explicitar las notas que lo caracterizan. La realización del análisis, que separa, describe y enumera las notas pertenecientes al concepto del objeto, nos lleva a un conocimiento distinto; cuando el análisis es conducido a su último término, el conocimiento es adecuado. Finalmente, el conocimiento de las nociones complejas es simbólico, mientras que el de las nociones primitivas es intuitivo. *Meditationes de cognitione, veritate et ideis*, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* C. I. Gerhardt Ed., 7

conocimiento claro, menos aún distinto, en tanto no hay nada en los cuerpos que corresponda a la idea que nos hacemos de ellas. El espíritu no puede lograr dicho conocimiento y tampoco podemos aprehenderlas a través de los sentidos como adquirimos nuestras ideas de las cualidades sensibles. Así pues, para poder dar cuenta de las formas de los elementos y los cuerpos mixtos, entendidas como aquello que hace que, verbigracia, el fuego y la madera sean fuego y madera, se debe desechar la existencia de algo así como formas substanciales.[79] Habiendo aclarado esto, pasemos a ver como se logra, de acuerdo con el cartesianismo, el conocimiento verdadero de las formas y cualidades de los cuerpos. Inicialmente tenemos un conocimiento claro, pero confuso, de las formas —que no son formas substanciales— de los elementos y demás cuerpos, ya que si bien las ideas que poseemos de dichas formas están presentes ante el espíritu, de manera que podemos identificar y distinguir entre sí el fuego, el aire y la tierra, así como las diferentes clases de cuerpos mixtos, todavía no podemos explicar en qué consiste cada uno de ellos. La filosofía mecánica es la única que puede lograr un conocimiento claro y distinto de las formas —y por lo tanto del "lo que"— de los elementos y los cuerpos mixtos, al retrotraer su explicación a principios claros y distintos de los cuerpos, lo cual consiste en analizar dichas formas y poner de relieve su contenido; a saber: determinada distribución de partículas y movimientos.

Tampoco tenemos conocimiento verdadero de las cualidades de los cuerpos —calor o frío, dureza, liquidez y otras, como colores, sonidos, sabores u olores— si las suponemos como algo real, ya que estas no existen en los mismos. No hay claridad en dichas cualidades, en tanto ellas *no pueden estar presentes al espíritu*, que no puede conocer algo

---

Vols., Georg Olms, Hildesheim, 1965, Reimpresión de la edición de Berlin, 1880, Vol. 4, pp. 422-26, pp. 422-3; *Discours de métaphysique*, *Die philosophischen Schriften von Leibniz,*Vol. 4, pp. 427-63, XXIV, pp. 449 ss.

[79] A esto se añade que, una vez admitidas las formas substanciales, hay que aceptar una forma especial para explicar las propiedades de cada clase de cuerpos, lo cual conduce a postular una infinidad de principios e indica un error fundamental en la física escolástica. En cambio, los principios cartesianos son verdaderos porque ellos solos aclaran los fenómenos de la naturaleza, sin que jamás deba ser invocada ninguna hipótesis suplementaria. Algo semejante ocurre con las cualidades reales.

inexistente. Así pues, las llamadas cualidades reales *son algo oculto* y el cartesianismo acusa a la filosofía tradicional de emplear los términos de cualidades para designar algo que no entiende.[80] Es verdad que los sentidos nos proporcionan ideas de cualidades sensibles, pero, como ya se ha dicho, no hay que suponer que dichas ideas son semejantes a lo que hay en los cuerpos. Teniendo esto presente, las ideas de las cualidades sensibles de los cuerpos son claras, porque permiten reconocer las cosas representadas, pero son confusas mientras no se pueda decir en qué consisten realmente las cualidades en cuestión.[81] Aquí, al igual que en el caso de las formas, la filosofía mecánica es la única que puede lograr un conocimiento claro y distinto de las cualidades a partir de los principios claros y distintos de los cuerpos.

[80] "In a Word, I think we should carefully enquire into the Cause why Matter produces such a particular Effect rather than any other, and not accustom ourselves to say that it is the Effect of a certain *Quality*; for from hence it is that we are led to give Words instead of Reasons, and hence arises that senseless Vanity of thinking that we know more than others, because we know Words which the common People don't know, and which indeed have no determinate Meaning. To say the Truth; it shows a mean Spirit, and one that is soon satisfied; to believe that we know more of Nature than other Men, because we have learn'd that there are occult Qualities, and can give a general Answer to all Questions proposed to us concerning the different Effects of Nature. For what Difference is there in the Answer of a Plowman and a Philosopher, if they are both asked, whence is it, for Instance, that the Loadstone attracts the Iron, and the one answers, that he does not know the Reason of it, and the other says, it is done by some Vertue or occult Quality? Is not this in plain *English*, to say the same Thing in different Words? And is it not evident, that all the Difference there is betwixt them is only this, that the one is so honest as to confess his Ignorance, and the other has the Vanity to endeavour to conceal his?" Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, prefacio. "… some Men foolishly think, that they are very knowing, if the can but apply this Word [Quality], and some other of the like Sort, to express a Thing which they do not at all understand." Ibid., I, 16, 8, p. 16. Los corchetes son nuestros.

[81] De acuerdo con el cartesianismo, las ideas de las formas substanciales y las cualidades reales existentes en los cuerpos surgieron como un intento errado de explicar las ideas que tenemos de las formas de los cuerpos y sus cualidades sensibles, intento mediante el cual se introdujo oscuridad en la filosofía. Aquellos que no comprenden las ideas que tienen de las formas y cualidades sensibles de los cuerpos, porque no las han explicado mecánicamente, recurren a las formas substanciales y cualidades ocultas.

Además de falsas, las ideas de las *cualidades reales* son problemáticas, porque nos impulsan continuamente a asignar realidad a algo inexistente. La metafísica debe eliminarlas junto con las formas substanciales a fin de que no impidan el desarrollo de la verdadera filosofía natural, que es mecanicista.[82] Ahora bien, Descartes asegura su lugar propio a la filosofía mecánica mediante una reforma de toda la filosofía y no tan solo dejando a un lado ciertos conceptos de la escolática, que es hasta donde habían llegado anteriores filósofos mecanicistas. Es sabido que, para Descartes, la admisión de las formas sustanciales y las cualidades reales se origina en la confusión de lo que pertenece al alma con lo que pertenece al cuerpo, uno de los errores a los cuales nos conduce el conocimiento de los sentidos. La duda de este tipo de conocimiento lo lleva a no aceptar como verdadero sino aquello que se muestra de manera evidente al espíritu. En el orden de razones cartesiano, sometido al método, la determinación de la verdad absoluta del *cogito* conduce a la determinación de su esencia como pensar y a su distinción rigurosa del cuerpo, cuya esencia es la extensión. Estos constituyen los principios de toda la filosofía, incluida la física. De esta manera, la metafísica cartesiana disuelve las ideas de formas y cualidades, dejando a los cuerpos sólo la extensión y el movimiento. Respecto del conocimiento de los cuerpos, esto deja el camino libre a la filosofía mecánica, sin intromisiones de conceptos provenientes de la escolástica.[83] Por esta razón, volver a las cualidades ocultas, formas, simpatías, antipatías, u otras nociones semejantes, fue visto como un retroceso. Introducirlas de nuevo equivalía a confundir otra vez lo que pertenece al alma con lo que pertenece al cuerpo.

Entre las cualidades que el cartesianismo rechazó está la atracción. Cuando en el *Aristarchii Samii de Mundi Systemate* del matemático

---

[82] Cfr. *Méditations*, *Oeuvres de Descartes*, Vol. IX-1, III[a], pp. 34-5, IV[e] Resp., pp. 180-181. Ver también el comentario de Gilson al *Discours de la Méthode*, p. 363.

[83] Para un resumen conciso de los principios fundamentales de los cuales se deducen la totalidad de los fenómenos, ver *Principes de la Philosophie, Oeuvres de Descartes,* Vol. IX-2, IV, 15, p. 207.

Gilles de Roverbal, aparecido en 1644,[84] se propuso una explicación mecánica de los fenómenos a partir de atracciones mutuas, Descartes reaccionó en contra de la misma con peculiar dureza, condenando a Roberval por suponer que toda materia y cada una de sus partes tienen una propiedad por la cual se atraen recíprocamente unas a las otras.[85] Según Descartes, para concebir esto no sólo hay que suponer que cada parte del universo está animada, sino que además está animada por una pluralidad de almas diversas que no se estorban una a la otra. Pero eso no es todo, sino que también hay que suponer que esas almas son inteligentes y divinas, para que puedan conocer lo que ocurre en lugares muy alejados de ellas y ejercer allí su poder.[86] Aquí Descartes se mofa de la atracción y de la acción inmediata a distancia que la misma presupone: Puesto que —con buenas razones— sólo admite la acción de los cuerpos por medio del contacto, él no encuentra posible interpretar la atracción sino como la acción de un alma. Por otro lado, para actuar inmediatamente a distancia, el alma que atrae tendría que tener gran inteligencia y poder, a fin de conocer la existencia de todas y cada una de las partes de materia que hay en el universo,[87] ubicarlas, aun cuando estén alejadas, y actuar sobre ellas, realizando todas estas tareas inmediatamente. Tal inteligencia y poder tendrían que ser divinos, muy superiores a los nuestros, en tanto nuestra alma sólo actúa inmediatamente sobre nuestro cuerpo y, a través de este, por lo tanto mediatamente, sobre los cuerpos inmediatamente presentes a nuestro cuerpo, es decir, los cuerpos que están en contacto con nuestro cuerpo.[88] El *Tratado de Física* de Rohault también toca este asunto, pues critica

---

[84] Gilles Personne de Roberval, *Aristarchii Samii de Mundi Systemate, partibus et motibus ejusdem, libellus. Adjectæ sunt Æ. P. de Roberval Mathem. Scient. In Collegio Regio Franciæ professoris, Notæ in eumdem libellum*, Paris, apud Guillelmum Baudry, 1644.

[85] Carta de Descartes a Mersenne, 20 de abril de 1646, Descartes, *Oeuvres de Descartes,* Vol. IV, p. 401.

[86] Ibid.

[87] Las cuales, siendo inertes, para poder actuar también tendrían que estar habitadas por almas.

[88] Habiendo ridiculizado de esta manera la tesis de Roberval, Descartes añade que si se permite afirmar, como lo hace Roberval, que en los cuerpos hay toda clase de virtudes, no será difícil inventar aquellas que nos permitan explicar fácilmente toda suerte de fenómenos. Ibid., p. 402.

tanto a los filósofos escolásticos como a los partidarios modernos de la existencia de atracciones y repulsiones, quienes piensan que es imposible dar cuenta de todos los movimientos observados en la naturaleza sólo por medio de impulsos, razón por la cual —afirma Rohault— han introducido cosas como la *atracción*, las *simpatías* y *antipatías*, el *horror vacui*, etc., que no son sino quimeras inventadas para simular que se ha dado la razón de aquello que en realidad no se ha comprendido.[89] Tales nociones no deben ser admitidas en absoluto por la filosofía natural en tanto son oscuras: "For as to Attraction, Sympathy, and Antipathy, they ought not to be allowed at all, by reason of their Obscurity. That they are obscure, is very evident; for if we take a Loadstone, for Example, I its manifest to all the World, that to say it has an *attractive Vertue* or a *Sympathy* with the Iron, does not at all explain the Nature or the Properties of it."[90] Explicar la naturaleza y propiedades del imán consiste en dar cuenta de ellas a partir de principios claros y distintos de la materia, como son la extensión y el movimiento. En cambio, la virtud atractiva no está presente ante el espíritu, pues no se trata de algo de lo cual tengamos evidencia ni que se demuestre a partir de principios evidentes de los cuerpos. Por esto, el cartesianismo la considera una cualidad oculta,[91] en lo cual después fue seguido por Leibniz y sus partidarios. No es de extrañar que estos últimos también reaccionaran frente a la doctrina de las fuerzas atractivas de los newtonianos.

---

[89] Rohault, *A System of Natural Philosophy*, Vol. 1, I, 11, 14, p. 54.

[90] Ibid., 15, pp. 54-5.

[91] La atracción es diferente de las cualidades sensibles, ya que no se tiene experiencia de ella a través de los sentidos. Por otro lado, en tanto principio de cambio, es parecida a una forma substancial, sólo que es un principio de actuar y producir cambios en otro cuerpo, y no un principio interno de cambio. También se parece al poder de actuar sobre otro ente —el cuerpo— que tradicionalmente se atribuye al alma. Por ello Descartes criticaba la atracción de Roberval. El caso del *Aristarco* de Roberval es una instancia de que aquellos que atribuyen atracciones a la materia recaen en la confusión del alma con el cuerpo.

CAPÍTULO I

LA DOCTRINA DE LAS FUERZAS ATRACTIVAS DE LA MATERIA DE KEILL Y SUS SEGUIDORES

§ 1. La consideración de la divisibilidad infinita de la magnitud, la existencia del espacio vacío y de una fuerza de atracción inherente a la materia como los principios de toda física

En una carta sobre las leyes de la fuerza atractiva, publicada por las *Philosophical Transactions* de la *Real Sociedad* en 1708,[1] e incluida posteriormente en una recopilación de sus obras, junto a la *Introductio ad Veram Physicam*, la *Introductio ad Veram Astronomiam*, los *Trigonomeriæ Elementa* y otra carta sobre las fuerzas centrípetas,[2] Keill afirma que los fundamentos a la base de toda física están constituidos por

---

[1] John (Joannis) Keill, "*Epistola ad Cl. virum* Gulielmum Cockburn, *Medicinæ Doctorem. In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*," 1708, *Philosophical Transactions* XXVI (1708–9), pp. 97–110.

[2] John Keill, *Introdutio Ad Veram Physicam: seu Lectiones Physicæ Habitæ in Schola Naturalis Philosophiæ Academiæ Oxoniensis. Quibus accedunt Christiani Hugenii Theoremata de Vi Centrifuga & Motu Circulare demonstrata*, 2ª Edición, Oxoniæ, 1705; *Introductio Ad Veram Astronomiam seu Lectiones Astronomicae. Habitae in Schola Astronomica Academiae Oxoniensis*, Editio Secunda, multo Auctior & Emendatio, Londini, G. Straham, 1721; "Jo. Keill ex Aede Christi Oxoniensis, A. M. Epistola ad Clarissimum Virum Edmundum Halleium Geometriae Professorum Savilianum, de Legibus Virium Centripetarum," 1708, *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 26 (1708-1709), pp. 174-188; John Keill, *Introductiones ad veram Physicam et veram Astronomiam. Quibus accedunt Trigonometria. De viribus centralibus. De legibus attracionis*, Mediolani, Franciscus Agnelli, 1742. Primera edición: Lugduni Batavorum, 1725. Filósofos de una nueva generación, entre ellos Kant, tuvieron acceso a la obra de Keill a través de esta recopilación.

tres principios. A saber: [*i*-] que existe el espacio vació; [*ii*-] que toda magnitud es infinitamente divisible; y [*iii*-] que la materia tiene una fuerza atractiva.[3] De acuerdo con Keill, la geometría demuestra que a la naturaleza de la cantidad pertenece la divisibilidad *in infinitum* junto con la continuidad, y la experiencia confirma que la materia posee una fuerza atractiva.[4] En la *Introductio ad Veram Physicam*, Keill había propuesto pruebas geométricas de la posible existencia del espacio vacío y de la divisibilidad infinita de toda magnitud.[5] Ahora, en la *Epistola ... In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur* afirma que la existencia del espacio vacío consta a partir del movimiento de los cuerpos.[6] Nuestro autor sostiene que en un medio completamente lleno

---

[3] "Ponenda sunt fundamenti loco hæc tria, quibus omnis Physice innititur, principia. 1. Spatium inane. 2. Quantitatis in infinitum divisibilitas. 3. Materiæ vis Attractrix." John Keill, "*Epistola ... In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*," p. 97.

[4] Ibid., p. 97: "Dari spatium inane constat ex motu corporum. Quantitatis in infinitum divisibilitatem ex continuæ quantitatis natura demonstrant Geometræ. Materiæ inesse vim attractricem confirmat experientia."

[5] John Keill, *Introductio Ad Veram Physicam*, lectio III, p. 14; traducción al inglés: *An introduction to natural philosophy: or, philosophical lectures read in the University of Oxford, Anno Dom 1700. To which are added, the demonstrations of Monsieur Huygens's theorems, concerning the centrifugal force and circular motion*, traducida de la ultima edición en latín, 3ª edición, London, Woodfall, 1733, p. 17. *Introductio ad Veram Physicam*, p. 16; *Introduction to Natural Philosophy*, p. 19, ver también p. 13. En la décima lección Keill presenta otro argumento a favor del vacío, esta vez no de carácter geométrico, sino fundado en la naturaleza de la gravedad y las diferencias de peso entre diferentes elementos: *Introductio ad Veram Physicam*, Lectio X, Theor. IX, pp. 100-101; *Introduction to Natural Philosophy*, p. 117. *Introductio ad Veram Physicam*, Lectio III, p. 18; *Introduction to Natural Philosophy*, pp. 21-22. Hemos examinado estas pruebas en la primera parte de esta investigación. Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1, John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud*, Publicación Independiente, Caracas, 2019, § 5, pp. 91 ss., pp. 97 ss., pp. 106 ss.; § 11, pp. 146 ss.

[6] Ibid., p. 97. Como es sabido, los argumentos a favor del vacío sobre la base del movimiento proceden de una vieja tradición. La teoría atomista propuesta por Leucipo y Demócrito fue un intento de salvar el nacimiento, la corrupción, el movimiento y la existencia de una pluralidad de entes ["Pero Leucipo creyó tener una teoría que, concordando con la percepción de los sentidos, no hacía desaparecer el nacimiento, la corrupción, el movimiento ni la pluralidad de seres." Aristóteles, *de gen. et corr.*, A8, 325 a2. Citado en G. S. Kirk y Raven, J.

no sería posible el movimiento. Dice esto bajo el influjo de la edición latina de 1706 de la *Óptica,* en la cual Newton afirma que los movimientos de los cuerpos celestes prueban que el espacio sideral está vacío de cualquier resistencia perceptible al movimiento y por lo tanto de toda materia sensible.[7] De acuerdo con Newton, si el espacio estuviera absolutamente lleno de materia, sin ningún vacío, ofrecería una resistencia mayor que el mercurio, de manera tal que muy pronto los planetas serían retardados y perderían su movimiento.[8] En consecuencia,

---

E. *Los Filósofos Presocráticos, Historia Crítica con Selección de Textos,* Madrid, Gredos, 1969, p. 562], frente a la tesis eleática según la cual todo lo que *es* no puede experimentar cambio alguno, pues esto implicaría su *no ser*. Ya Melisso había mostrado que el vacío es una condición previa del movimiento [Kirk y Raven, Op. Cit., p. 428. De acuerdo con Aristóteles, los eléatas creyeron que no podría existir el movimiento sin un vacío separado de la materia, ni tampoco una pluralidad de cosas sin algo que las separe: "Pues algunos de los filósofos antiguos creyeron que lo que es debe ser necesariamente uno e inmóvil; ya que, siendo el vacío no ente, no podría existir el movimiento sin un vacío separado (de la materia), ni existir una pluralidad de cosas sin algo que las separe ." *de gen. et corr.*, A8, 325 a2. Citado en Kirk y Raven, Op. Cit., p. 562]. Los atomistas elaboraron a partir de esto: Los átomos pueden moverse y unirse entre sí de diferentes maneras porque hay vacío. Si bien el punto de vista dominante en la edad media fue contrario al vacío y al atomismo, este último no desapareció por completo. En cuanto a la necesidad del vacío para el movimiento, tenemos que, por ejemplo, los teólogos árabes, los mutacilitas, que veían a la filosofía aristotélica como el gran enemigo del dogma del Islam. fueron atomistas y creyeron en la existencia del vacío, porque sin el mismo los átomos no pueden moverse. Pierre Duhem, *Medieval Cosmology. Theories of Infinity, Place, Time, Void, and the Plurality of Worlds*, edited and translated by Roger Ariew, The University of Chicago Press, Chicago and London, 1987, p. 371.

[7] "And against filling the Heavens with fluid Mediums, unless they be exceeding rare, a great Objection arises from the regular and very lasting Motions of the Planets and Comets in all manner of Courses through the Heavens. For thence it is manifest, that the Heavens are void of all sensible Resistance, and by consequence of all sensible Matter." Isaac Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ta. Edición, London, 1730, Qu. 28, pp. 364-365. Esta *Query* corresponde a la *Quaestio* 20 de la edición latina de 1706.

[8] "If the Heavens were … absolute dense, or full of Matter without any *Vacuum*, let the Matter be never so subtil and fluid, they would have a greater Resistance than Quick-silver. A solid Globe in such a Medium would lose above half its

para que los movimientos de los planetas y los cometas —que son regulares y duraderos— puedan ser posibles, los cielos deben estar vacíos de toda materia, con la excepción tal vez de algunos vapores o efluvios muy sutiles —originados en la atmósfera de los mencionados cuerpos celestes— y de un medio etéreo sumamente rarificado.[9] A esto se añade que la autoridad de los antiguos atomistas, quienes reconocieron al vacío entre sus principios, nos apoya para rechazar la existencia de un medio lleno —por ejemplo un medio fluido— que ocupe el espacio.[10] Cabe observar que el vacío propuesto en la *Óptica* excluye a la materia, pero no necesariamente descarta a todo ente y que en esta obra Newton discurre acerca de un medio etéreo, aunque no todavía en 1706, sino en la edición de 1717.[11]

En los corolarios 1-3 de la Prop. VI (Teor. VI) del Libro III de la primera edición de los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), Newton sostenía que no todos los espacios están igualmente llenos de materia y que la cantidad de materia podría disminuir hasta el infinito, pero no llegó a afirmar explícitamente la posibilidad del vacío.[12]

Motion in moving three times the length of its Diameter, and a Globe not solid (such as are the Planets,) would be retarded sooner." *Opticks*, Qu. 28, p. 368.

[9] "And therefore to make way for the regular and lasting Motions of the Planets and Comets, it's necessary to empty the Heavens of all Matter, except perhaps some very thin Vapours, Steams, or Effluvia, arising from the Atmospheres of the Earth, Planets, and Comets, and from such an exceedingly rare Æthereal Medium as we described above [18th, 19th, and 20th Questions]. A dense Fluid can be of no use for explaining the Phænomena of Nature, the Motions of the Planets and Comets being better explain'd without it. It serves only to disturb and retard the Motions of those great Bodies, and make the Frame of Nature languish." Ibid., Qu. 28, p. 368. Este pasaje es la continuación del que citamos en la nota anterior.

[10] "And for rejecting such a Medium, we have the Authority of those the oldest and most celebrated Philosophers of *Greece* and *Phœnicia*, who made a *Vacuum*, and atoms, and the Gravity of Atoms, the first Principles of their Philosophy." *Opticks*, Qu.28, p. 369.

[11] La especulación acerca de este medio es anunciada al comienzo de la segunda edición inglesa de 1717. Ibid., Advertisement II, p. cxxiii. El contenido de la misma aparece en la Qu. 21, ibid., pp. 350-1. Sobre las propiedades de este éter, ver las *Questions* 18 y 19, pp. 349, 350.

[12] Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of

En la segunda edición, publicada en 1713, después de añadir una oración al final del tercer corolario, Newton añadió un cuarto corolario. Estos cambios expresan una posición más clara a favor de la posibilidad y existencia del vacío. Según él, si la cantidad de materia en un espacio dado puede ser disminuida por cualquier proceso de rarefacción, cabe preguntarse qué habría de impedir una disminución hasta el infinito.[13] Razonando de esta manera, concluye que es posible la existencia de espacios vacíos. En el cuarto corolario de la proposición VI, Newton introduce de hecho la gravedad y el vacío entre partículas, aunque de manera condicionada: Si todas las partículas sólidas de todos los cuerpos tienen la misma densidad y no puede demostrarse que carecen de poros, debe concederse un vacío.[14] Esto se entiende a partir de su corpuscularismo, expuesto en la *Óptica*, del cual nos ocuparemos brevemente más adelante. Asumiendo que los cuerpos están constituidos por partículas sólidas —sin poros— que tienen la misma densidad, las diferencias de densidad entre cuerpos diversos se explican por la mayor o menor existencia de espacios vacíos entre las partículas que los constituyen. La proposición XL del segundo libro de los *Principia Mathematica* trata acerca de la resistencia de un globo que se desplaza en un medio comprimido muy fluido. En un pasaje, aparecido por primera vez en la segunda edición, el cual abarca los últimos párrafos del escolio

---

California Press, Berkeley, California, 1934, pp. 413-14. El tercer corolario reza como sigue: “All spaces are not equally full; for if all spaces were equally full, then the specific gravity of the fluid which fills the region of the air, on account of the extreme density of the matter, would fall nothing short of the specific gravity of quicksilver, or gold, or any other the most dense body; and, therefore, neither gold, nor any other body, could descend in air; for bodies do not descend in fluids, unless they are specifically heavier than the fluids.” Ibid., Cor. III, p. 414. Nos hemos referido al punto de vista acerca del vacío de la primera edición de los *Principia Mathematica* en el primer volumen de este trabajo, p. 109, como parte del análisis de uno de los argumentos de Keill a favor del vacío, inspirado en el razonamiento de Newton, pp. 106-11.

[13] La oración añadida al final del tercer corolario es la siguiente: “And if the quantity of matter in a given space can, by any rarefaction, be diminished, what should hinder a diminution to infinity?” Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Cor III., p. 414.

[14] “If all the solid particles of all bodies are of the same density, and cannot be verified without pores, then a void, space, or vacuum must be granted.” Ibid., Cor. IV, p. 414.

de esa proposición, se concluye, después de examinar una serie de experimentos, que, aunque los fluidos —Vg. el aire, el agua, el mercurio y otros semejantes— se hagan cada vez más sutiles por la división hasta el infinito de sus partes, llegando a ser medios infinitamente fluidos, no por ello resistirían menos a los globos proyectados, pues la resistencia en cuestión depende de la inercia de la materia, que es esencial a los cuerpos y proporcional siempre a la cantidad de materia.[15] "[…] and therefore the celestial spaces, through which the globes of the planets and comets are continually passing towards all parts, with the utmost freedom, and without the least sensible diminution of their motion, must be utterly void of any corporeal fluid, excepting, perhaps, some extremely rare vapors and the rays of light." [16] Esto tiene como antecedente el razonamiento de la *Óptica* que vimos en el párrafo anterior.

El argumento a favor del vacío de la *Epistola ... In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur* fue desarrollado por Keill en las lecciones sobre astronomía que dictó a partir de 1712 y publicó en la *Introductio ad Veram Astronomiam*, traducida al inglés bajo el título: *Introduction to the True Astronomy*.[17] De acuerdo con dicho argumento, la resistencia de un medio fluido proviene principalmente de su densidad, de manera que donde no hay resistencia sensible del medio, este no debe tener ninguna densidad sensible. Ahora bien, como los movimientos de los cometas no sufren ninguna resistencia apreciable en los cielos, tal como si estuvieran en un vacío perfecto, la densidad de ese medio debe ser la menor que pueda haber, o cercana a la nada. Según Keill, el medio celeste debe ser tan rarificado y fino que, a excepción de los planetas y sus atmósferas, la materia que está difundida en el resto del sistema solar no puede ni siquiera ser tanta como la que está contenida en una pulgada de la materia más común en la tierra: el

---

[15] Ibid., Book II, Prop. XL, Schol., p. 366.
[16] Ibid. Cfr. el prefacio de Cotes a la segunda edición de los *Principia Mathematica*. Ibid., pp. xxx ss.
[17] John Keill, *An Introduction to the True Astronomy: Or, Astronomical Lectures, Read in the Astronomical School of the University of Oxford*, 4th Edition, London, Henry Lintot, 1748, Lecture XVII, pp. 202-3.

aire.[18] De manera que las “Metaphysical Quirks” de los filósofos contra el vacío —se refiere a Descartes, Leibniz y los seguidores de ambos— no son motivo de preocupación, y la respuesta apropiada a cartesianos y leibnizianos consiste en hacerles dirigir su atención a los movimientos de los cuerpos celestes, que son una demostración manifiesta de la necesidad de un vacío.[19]

No solo los newtonianos propusieron argumentos a favor del vacío que se apoyaban en el movimiento. También en el *Essay Concerning Human Understanding* de Locke encontramos uno, si bien diferente al de ellos. Supongamos que quisiéramos dividir un cuerpo sólido en una pluralidad de partes, de manera que estas pudieran moverse libremente dentro del espacio encerrado por la superficie del cuerpo: Si no se deja en el mismo un espacio vacío, que al menos sea igual a la parte más pequeña de aquellas en las que se ha dividido el cuerpo, el movimiento no será posible. Para Locke esto es cierto, no importa cuan pequeña sea la parte más chiquita, ya que siempre habrá un espacio vacío, por reducido que fuera, y eso destruye la hipótesis de la plenitud.[20] En

---

[18] Keill señala que ha demostrado que eso es posible en sus *Physical Lectures*, recogidas en la *Introduction to Natural Philosophy*. Esto alude a sus tesis acerca de la extrema sutileza de la materia.

[19] *Introduction to the True Astronomy*, p. 203.

[20] “For I desire any one so to divide a solid body, of any dimension he pleases, as to make it possible for the solid parts to move up and down freely every way within the bounds of that superficies, if there be not left in it a void space as big as the least part into which he has divided the said solid body. And if, where the least particle of the body divided is as big as a mustard-seed, a void space equal to the bulk of a mustard-seed be requisite to make room for the free motion of the parts of the divided body within the bounds of its superficies, where the particles of matter are 100,000,000 less than a mustard-seed, there must also be a space void of solid matter as big as 100,000,000 part of a mustard-seed; for if it hold in the one it will hold in the other, and so on *in infinitum*. And let this void space be as little as it will, it destroys the hypothesis of plenitude. For if there can be a space void of body equal to the smallest separate particle of matter now existing in nature, it is still space without body; and makes as great a difference between space and body as if it were *μέγα χάσμα*, a distance as wide as any in nature. And therefore, if we suppose not the void space necessary to motion equal to the least parcel of the divided solid matter, but to $^{1}/_{10}$ or $^{1}/_{1000}$ of it, the same consequence will always follow of space without matter.” John Locke, *An Essay Concerning Human Understanding*, collated and annotated,

cambio, del lado de los racionalistas y polemizando con los newtonianos, Leibniz niega la existencia del vacío con argumentos basados en el principio de razón suficiente:[21] Si toda posible perfección ha sido impartida a las cosas y el espacio lleno es más perfecto que el vacío, todo el espacio está lleno de materia. Otro de sus razonamientos es el que sigue: Si existiera el espacio vació, no habría razón alguna para una determinada proporción de materia —u orden de ésta— en relación con el vacío. También Christian Wolff rechaza la existencia del vacío porque contradice al principio de razón suficiente.[22] Podemos distinguir dos clases de razonamientos contra el vacío: Los argumentos del cartesianismo se apoyan en la esencia de la materia, constituida por la extensión,[23] en tanto que Leibniz ofrece consideraciones diferentes, derivadas del principio de razón suficiente.

---

with prolegomena, biographical, critical, and historical, by Alexander Campbell Fraser, 2 Vol., Dover, New York, 1959, Vol. 1, Book II, Chap. XIII, § 23, p. 233.

[21] Esto está en la *Correspondencia Leibniz-Clarke*, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* C. I. Gerhardt Ed., 7 Vols., Georg Olms, Hildesheim, 1965, Reimpresión de la edición de Berlín, 1880, Vol. 7, cuarta carta de Leibniz, P.S., p.378, ver también la segunda carta de Leibniz, ibid., § 2, p.356.

[22] *Vernünftige Gedanken von den Würckungen der Natur* (*Deutsche Physik*), Charles A. Corr Ed., Christian Wolff. *Gesammelte Werke,* J. Ecole, H. W. Arndt, Ch. A. Corr, J. E. Hofmann, M. Thomann, Eds., Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1981, I. Abteilung, Deutsche Schriften, Vol. 6, Reimpresión de la Edición de Halle, 1723, § 6, pp. 20-21.

[23] Como el espacio es lo mismo que la materia, donde hay espacio hay materia. Descartes, *Principes de la Philosophie,* en *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vol., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 -1974, Vol. IX-2, II, 16, pp. 71-2, también 17 y 18, pp. 72-3. Cfr.: Rohault, *A System of Natural Philosophy. A Facsimile of the Edition and Translation by John and Samuel Clarke Published in 1723,* 2 Vols., Johnson Reprint Corporation, New York and London, 1969, Vol. 1, I, VIII, § 1, pp. 27-8. A esto se opusieron tanto Henry More como Locke. Ver: Henry More, carta a Descartes del 11 de diciembre de 1648, en Milic Capek (Ed.), *The Concepts of Space and Time. Their Structure and Their Development*, Boston Studies in the Philosophy of Science, Volume XXII, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1976, p. 87; John Locke, *An Essay Concerning Human Understanding*, II, XIII, §§ 21 ss., pp. 231 ss. Un famoso argumento cartesiano, al cual replicaron More, Locke y Keill, decía que si Dios sacaba todo el aire de un vaso, las paredes del mismo colapsarían, porque dos cuerpos entre los cuales no hay nada deben tocarse, en

§ 2. La atracción como fuerza inherente a la materia

La *Epistola ... In qua Leges Attractionis* consta de 30 teoremas que exponen una doctrina de las fuerzas atractivas de la materia mediante la cual Keill pretende explicar una pluralidad de fenómenos.[24] Dicha doctrina influyó considerablemente en los trabajos acerca de la materia y las teorías químicas desarrolladas por autores newtonianos en la primera mitad del siglo XVIII.[25] En 1709 aparecieron las *Praelectiones Chymicae* de John Freind, así como los *Physico-mechanical Experiments* de Francis Hauksbee,[26] y en 1710 fue publicado del segundo volumen del *Lexicon*

---

tanto es contradictorio que haya una distancia de nada entre ambos. *Principes de la Philosophie*, II, 18. pp. 72-3; Cfr.: Rohault, *A System of Natural Philosophy*, I, 8, § 2, p. 28; Henry More, carta a Descartes del 11 de diciembre de 1648, Milic Capek (Ed.)., Op. Cit., p. 87; Locke, *Essay ...*, Vol. 1, II, XIII, §§ 21, 22, pp. 231, 232; Keill, *Introductio ad Veram Physicam*, lectio II, p. 13; *Introduction to Natural Philosophy*, p. 16. Para un examen de los argumentos de Keill, de sus antecedentes en Locke y More, así como del razonamiento de Descartes, ver la primera parte de este trabajo. Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1*, pp. 96-99.

[24] *Cf. Journal Book of the Royal Society* (*Copy*), vol. X, 1702-14, p. 195, "November 3d 1708 The President in the Chair. Several theorems of Mr Keil were shown which were judged fit to be printed in the Transactions". Citado por Arnold Thackray, "'Matter in a nut-shell': Newton's *Optics* and eighteenth century chemistry," *Ambix*, Vol. XV, No. 1, February, 1968, pp. 29-53, pp. 34-43. De acuerdo con Thackray, a partir del número y variedad de referencias como esta en el *Journal Book*, parece razonable concluir que Newton estaba activamente pendiente de las actividades de los Keill, Freind y demás partidarios de las fuerzas atractivas, y que dio su bendición a dichas actividades y las supervisó.

[25] Sobre las teorías de la materia de Newton y sus primeros seguidores, así como su influjo en la historia de la química, ver Thackray, "Matter in a nut-shell," pp. 34-43, y el libro del mismo autor, Arnold Thackray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*, Harvard University Press, Cambridge, 1970, en los cuales nos hemos basado para este breve recuento.

[26] John Freind, *Prælectiones Chymicæ: In quibus omnes fere Operatones Chymicæ Ad Vera Principia & ipſius Naturæ Leges rediguntur; Anno 1704*, Oxonii, in Musæo Ashmoleano Habitæ, 1709, en John Freind, *Opera Omnia Medica*; Francis Hauksbee, *Physico-mechanical Experiments on Various Subjects*, London, 1709.

Technicum de John Harris.[27] Ya en 1708, el tratado del hermano de John Keill, James Keill, había extendido la doctrina de las fuerzas atractivas a la medicina y la fisiología.[28] La influencia de John Keill se puede apreciar también en los *Mathematical Elements of Physicks prov'd by Experiments* de Willem J. 'sGravesande, aparecidos en 1720.[29] La doctrina de Keill no solo repercutió en las ideas de los primeros newtonianos, sino que más tarde influyó en el desarrollo de la filosofía de Inmanuel Kant. Por ejemplo, cuando, en 1756, este escribió la *Monadologia physica,*[30] obra en la que abordó por primera vez la problemática antinómica. Kant mantuvo varias doctrinas que había tomado de Keill hasta el periodo crítico de su pensamiento, donde aparecen en los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* de 1786.[31]

Keill expone sus doctrinas *more geométrico*, el tratamiento de las mismas es formal, aunque de hecho incluye poca matemática. Los primeros teoremas de la *Epistola ... In qua Leges Attractionis* desarrollan sus puntos de vista sobre la sutileza de la materia. La doctrina de las fuerzas atractivas comienza a partir del tercer teorema. Keill elabora sus ideas tomando como punto de partida la existencia de la atracción

---

[27] John Harris, *Lexicon Technicum: Or, An Universal English Dictionary of Arts and Sciences: Explaining not only the Terms of Art, but the Arts Themselves*, 2 Vols., London, Dan. Brown etc., 1704-1710. Harris presentaba un resumen del sistema newtoniano, se ocupaba en particular de "that most amazing property, the attraction of the particles of matter", y se refería a aquello que "those ingenious and industrious brothers, the Keils, have publish'd about this affair of attraction." Además, incluía la primera impresión del *De Natura Acidorum* de Newton, en el cual se trataban ciertas fuerzas atractivas. Trataremos acerca de las especulaciones sobre las fuerzas atractivas del *De Natura Acidorum* en el § 13.

[28] James Keill, *An Account of Animal Secretion* ..., London, 1708.

[29] Willem Jacob 'sGravesande, *Mathematical Elements of Physicks, Prov'd by Experiments: Being an Introduction to Sir Isaac Newton's Philosophy*, John Keill, traductor, London, G. Strahan, 1720.

[30] Inmanuel Kant, *Methaphysicae cum geometria iunctae usus in philosophia naturali, cuius specimen i. continet monadologiam physicam,* en Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden,* Wilhelm Weischedel Ed., Wissenschafliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1983, Vol. 1, pp. 511-563.

[31] Inmanuel Kant, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft,* en Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden,* Vol. 5, pp. 7-135.

gravitatoria, por medio de la cual todas las partículas de materia son atraídas y arrastradas hacia todas las demás partículas de materia,[32] y en virtud de cuya fuerza, proporcional al inverso del cuadrado de la distancia, el peso de los cuerpos es proporcional a su cantidad de materia.[33] Ahora bien, Keill piensa que un principio no diferente al principio newtoniano de gravitación —que da cuenta de los movimientos celestes— puede aplicarse a la explicación de los fenómenos terrestres. Según Keill, reiterados experimentos descubren que la materia terrestre tiene una fuerza atractiva y que esta fuerza es la razón de una pluralidad de fenómenos.[34] Él tiene en mientes fenómenos como la cohesión, la fluidez, la elasticidad de los cuerpos, su textura, y varios procesos químicos, como por ejemplo: la disolución de las sales en el agua, la

---

[32] Cfr.: John Keill, *An Introduction to the True Astronomy*, Preface, pp. iv-v: "… Sir *ISAAC NEWTON* … has discovered the Fountain and Spring of all the celestial Motions, and the great Law, which is universally diffused through the whole System of Nature, which the Almighty and Wise Creator has commanded all Bodies to observe, *vis*. That every Particle of Matter attracts each other in a reciprocal duplicate Proportion of its Distance." Y: "This Law is as it were the Cement of Nature, and the Principle of Union, by which all Things remain in their proper State and Order; it detains not only the Planets, but the Comets within their due Bounds …" Ibid., p. iv. Ya en esta obra, la interpretación que hace Keill del descubrimiento de la ley de gravitación universal va más allá de lo que Newton afirma, en tanto tiende a verla como una propiedad esencial de la materia.

[33] John Keill, "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," 1708, en *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 26, 1708-1709, pp. 97-110, p. 99.

[34] "Divina sagacissimi viri inventa sæpenumero mecum recolens, in eam tandem cogitationem incidi, principium quoddam Newtoniano non absimile, ad Phænomena terrestria explicanda, adhiberi posse. Post iterata sæpius experimenta, materiæ Terrestri inesse deprehendi vim quamdam attractricem, ex qua plurimorum Phænomenon ratio petenda est; [luego, el pasaje continúa de la siguiente manera:] Meaque hâc de re cogitata, abhinc quinquennio, Domino Newtono indicavi; ex eo autem intellexi, eadem fere, quæ ipse investigaveram, sibi diu ante animadversa fuisse. Quæstiones aliquot ad hanc vim attractricem spectantes, sub sinem Optices abhinc biennio Latine editæ, proposuit Dominus Newtonus; quem cum istiusmodi studia ulterius excolere ætas ingravescens, & alia negotia vetant, tanti viri vestigiis insistere, eumque longo licet intervallo sequi, haud alienum duxi. Impræsentiarum nuda quædam proponam Theoremata, quæ fortasse aliquando fusius enunciata & demonstrata, justo volumine sum traditurus." Ibid., pp. 99-100. Los corchetes son nuestros.

fermentación, la efervescencia, la precipitación química, la cristalización, la congelación de los fluidos y la electricidad.

La *Epistola … in qua Leges Attractionis* se apoya en la autoridad de Newton. Keill hace referencia a la primera edición de la *Óptica* (1704), escrita en inglés, en la cual Newton ya habría indicado lo que se piensa en la *Epistola*; también menciona como antecedente de su posición la edición latina de 1706, donde son propuestas algunas *cuestiones* concernientes a la fuerza atractiva.[35] De acuerdo con la *Epistola*, además de la fuerza gravitatoria, la materia tiene una potencia por medio de la cual sus partículas constitutivas se atraen de manera recíproca.[36] Esta fuerza decrece a una razón mayor que el inverso del cuadrado de la distancia, esto es: según el inverso del cubo —o más del cubo— de la distancia. Por ello, en el contacto o a una distancia infinitamente exigua del mismo, la fuerza en cuestión impele a los corpúsculos de un cuerpo infinitamente más que cuando dichos corpúsculos están colocados a una distancia dada[37] Más adelante, nuestro autor afirma que, si bien en el punto de contacto la razón entre la fuerza atractiva y la gravedad es finita, la fuerza atractiva se desvanece a todas las distancias asignables.[38] Por lo tanto, de cerca, la fuerza atractiva supera inmensamente a la fuerza de gravedad, pero a distancias grandes, la fuerza de gravedad es infinitamente mayor, a tal grado que comparada

[35] Ver nota anterior. Mas adelante (§ 10) nos referiremos a las fuerzas atractivas en las ediciones de 1704 y 1706 de la *Óptica*.

[36] "*Præter vim illam Attractricem, quâ Planetarum Cometarumque corpora, in propriis orbitis retinentur, alia etiam inest materiæ potentia, qua singulæ, ex quibus illa constat, particulæ se invicem attrahunt, & reciproce à se invicem attrahuntur: quæ vis decrescit in majore quam duplicatâ ratione distantiæ augescentis.*" John Keill, "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," Theor. IV, p. 100.

[37] "*Si corpus constet ex particulis, quarum singulæ vi pollent attractrice, in triplicatâ vel plusquam triplicatâ ratione distantiarum decrescente; erit vis qua ab eo corpore urgetur corpusculum, in ipso contactu, vel intervallo à contactu infinite exiguo, infinite major, quam si corpusculum illud ad datam à dicto corpore distantiam locaretur.*" Ibid, Theor. V, p. 100.

[38] Ibid., Theor. VII, p. 101.

con ella la fuerza atractiva desaparece a una distancia dada,[39] de modo que esta fuerza no se difunde sino en un espacio sumamente exiguo y es nula a distancias mayores, por lo que no llega a afectar a los cuerpos celestes ni a perturbar sus movimientos.[40]

Keill explica la cohesión por medio de la fuerza atractiva, concebida de la manera que hemos visto. En la *Epistola ... In qua Leges Attractionis* se afirma que la atracción es la fuerza en virtud de la cual un corpúsculo que toca a un cuerpo se cohesiona con el cuerpo en cuestión en el lugar del contacto. La mencionada fuerza es proporcional a la cantidad del contacto, ya que solamente las partes en contacto contribuyen a la coherencia, mientras que las partes alejadas del contacto no confieren nada a la misma.[41] Esto se basa en lo que Keill ha asegurado antes, a saber: que la fuerza atractiva es infinitamente mayor en el contacto que cuando los corpúsculos están a una distancia finita dada. A partir de las variadas formas en que se da el contacto de las partículas resultan diversos grados de coherencia. Sin embargo, de acuerdo con la *Epistola*, las fuerzas de coherencia son máximas cuando las superficies en las cuales se tocan los cuerpos son planas. En este caso, *cæteris paribus*, la fuerza por medio de la cual un corpúsculo se cohesiona con otros es proporcional a las partes tangentes de las superficies, es decir, a las partes de las superficies que están en contacto. Keill nos anuncia que de esta manera puede ser solucionado el muy debatido problema de la coherencia de la materia.[42] Este modo de resolver la cohesión pronto fue criticado por Leibniz, quien explicó el mencionado fenómeno por medio

---

[39] "*Vis Attractiva, qua pollent singulæ materiæ particulæ in ipso contactu, vim gravitatis prope in immensum superat; non tamen est vi Gravitatis infinite major; adeoque, in data distantia, vis illa evanescet.*" Ibid., Theor. VIII, p. 101.

[40] "*Vis igitur hæc materiæ superaddita, non nisi per spatiola admodum perexigua diffunditur; in majoribus distantiis prorsus nulla est; unde motus corporum Cœlestium (quæ longis intervallis à se invicem disjuncta sunt) per vim hanc Attractivam nullâ ratione turbari possunt, sed eâdem ratione continuó peraguntur, as si vis illa à corporibus iis prorsus abesset.*" Ibid.

[41] "*Si corpusculum aliquod corpus tangat, vis quâ urgetur illud corpusculum, hoc est, vis qua cum eo corpore cohæret, erit quantitati contactûs proportionalis; nam partes à contactu remotiores nihil conferunt ad cohærentiam.*" Ibid., Theor. IX, p. 101.

[42] Ibid., pp. 101-2.

del movimiento conspirante.[43] Bajo su influjo, Christian Wolff también dio cuenta de la atracción como un movimiento conspirante,[44] y asimismo criticó a los newtonianos por haber considerado a la atracción como causa de toda cohesión.[45] Movimiento conspirante es aquel que tienen dos corpúsculos A y B, que han sido empujados uno hacia el otro, según direcciones contrarias, a causa de lo cual se cohesionan.[46] Aunque no menciona sus nombres, Wolff tiene en mientes a John y James Keill, John Freind, y George Cheyne.

Una consecuencia del análisis de la cohesión propuesto por John Keill en la *Epistola … In qua Leges Attractionis* es que los corpúsculos cuyos contactos con otros corpúsculos son mínimos pueden separarse fácilmente uno del otro, por lo cual estarían en movimiento, lo cual suele ocurrir en los *corpúsculos esféricos* infinitamente exiguos. Para Keill, esto daría cuenta de la fluidez.[47] Otro resultado propuesto en la *Epistola*, derivado de la afirmación de que las fuerzas atractivas tienen un rango muy corto, es que la intensidad de la fuerza que atrae a un corpúsculo

---

[43] G. W. Leibniz, *Animadversiones in partem generalem Principiorum Cartesianorum*, pars II, Ad artic. 54-55, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* C. I. Gerhardt Ed., 7 Vols., Georg Olms, Hildesheim, 1965, Reimpresión de la edición de Berlín, 1880, Vol. 4, p. 388; *Nouveaux essays sur l'entendement*, II, 23, § 23, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* Vol. 5, pp. 206, 207.

[44] "Atque hinc intelligitur, quid sibi velit Leibnitius, quando motum conspirantem dixit cohaesionis causam." Christian Wolff, *Cosmologia generalis*, Jean Ecole Ed., en Christian Wolff, *Gesammelte Werke*, J. École, J. E. Hoffmann, M. Thomann, H. W. Arndt, Eds., Georg Olms Verlagsbuchhandlung, Hildesheim, 1964, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 4. Reproducción de la segunda edición de Frankfurt & Leipzig, 1737, § 292 not., p. 221.

[45] Ibid., § 292 y not., pp. 220-222.

[46] "*Si duo corpuscula A & B vi quacunque insita vel quomodocunque impressa secundum contrarias directiones urgeantur adversus se invicem; eo ipso cohaerent*." Ibid., § 291, p. 220.

[47] John Keill, "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," p. 102. Aunque como buen newtoniano, Keill criticara la física cartesiana (ver la primera parte de este trabajo, esp. §§ 2, 3 y 4), es fácil ver que su explicación de la fluidez está bajo el influjo de la filosofía mecánica de Descartes. Como dijimos en la introducción, fue Descartes quien abandonó la explicación tradicional de la fluidez a partir de cualidades y formas y la aclaró a partir del estado de movimiento de las partes de materia. Descartes, *Le Monde,* en *Oeuvres de Descartes,* Vol. XI., Cap. 3, p. 13.

hasta cohesionarlo con otro cuerpo no depende de la cantidad de materia del cuerpo, ni de la densidad del mismo, ni de la distancia entre sus corpúsculos.[48] La explicación ofrecida de esto es la siguiente, de conformidad con la Figura 1: Como las fuerzas atractivas de las partículas se difunden en un espacio mínimo, las partes remotas en C, D y E, no contribuyen en nada a atraer al corpúsculo A, sino sólo la fuerza que arrastra a dicho corpúsculo hacia B.[49] Lo mismo se puede decir de todas las demás partes que no son B —aunque sean más cercanas a A que C, D y E—, ya que están situadas a una distancia determinada de A, y a tal distancia la fuerza atractiva es infinitamente menor que en el contacto. De este resultado depende que la fuerza atractiva sea proporcional a la cantidad del contacto y por lo tanto que las fuerzas de coherencia sean máximas cuando las superficies en las cuales se tocan los cuerpos son planas.

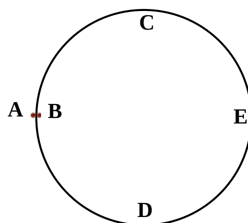


Figura 1

Con esto hemos examinado la *Epistola … In qua Leges Attractionis* hasta el teorema XI. Los restantes teoremas abarcan una variedad de otros fenómenos naturales que, según Keill, se explican por medio de la fuerza atractiva. Entre ellos está la razón de la elasticidad de los cuerpos,[50] y de su textura.[51] De acuerdo con nuestro autor, partículas materiales de diversa estructura y composición pueden tener diversas

[48] John Keill, "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," Theor. XI, p. 102.
[49] Ibid., p. 102.
[50] Ibid., Theor. XII, p. 103.
[51] Ibid., Theor. XII, p. 103.

fuerzas atractivas,[52] y —en virtud de algo ya dicho, a saber: que la fuerza atractiva es proporcional a la cantidad del contacto— la fuerza atractiva de las partículas perfectamente sólidas depende mucho de la figura de las mismas.[53] Sobre la base de estos lineamientos se nos ofrece la explicación de varios fenómenos químicos, por ejemplo, de la disolución de las sales en el agua. Para comprender el análisis de la disolución de las sales, tenemos que referirnos primero al corpuscularismo de Newton, del cual Keill es un seguidor. Newton piensa que los cuerpos están constituidos por partículas que se atraen mutuamente. Los agregados de las partículas más pequeñas son llamados por él partículas de la *primera composición*. A su vez, los agregados de estas partículas reciben el nombre de partículas de la *segunda composición* y así sucesivamente, hasta la última composición.[54] Volvamos al examen de la disolución de las sales de la *Epistola … in qua Leges Attractionis*. Según Keill, estas son cuerpos cuyas partículas de la última composición tienen una gran fuerza atractiva. Entre dichas partículas hay muchos meatos ínter adyacentes, que son penetrados por las partículas cuya última composición constituye el agua, las cuales atraen fuertemente a las partículas salinas, penetran con ímpetu en los intervalos vacíos que hay entre estas últimas y las separan al contacto, disolviendo la coherencia de la sal.[55] Según Keill, esta es la razón del axioma químico que estipula que las sales no actúan sino en solución.[56] Varios otros fenómenos dependen de los principios afirmados en la *Epistola*, entre ellos los de la fermentación y la efervescencia,[57] la precipitación química,[58] la

---

[52] Ibid., Theor. XIV, p. 104.
[53] Ibid., Theor. XV, p. 104.
[54] Isaac Newton, *De Natura Acidorum*, 1692, reimpreso en John Harris, Lexicon Technicum, London, Dan Brown. Etc, 1710, Vol. 2, reimpreso en *Isaac Newton's Papers & Letters On Natural Philosophy and related documents*, I. Bernard Cohen, Editor, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1958, pp. 257. Cfr.: Isaac Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ª Edición, London, 1730, Qu. 31, pp. 389, 394-5.
[55] Ibid., Theor. XVI, p. 104.
[56] Ibid., Theor. XIX, p. 106.
[57] Ibid., Theor.XXV, p. 108.
[58] Ibid., Theor. XXVI, p. 108.

cristalización,[59] la congelación de los fluidos,[60] y los fenómenos de la electricidad.

Keill fue el más influyente entre quienes propusieron que a la esencia de la materia pertenece una fuerza de atracción.[61] De acuerdo con él, esta fuerza es una cualidad inherente a los cuerpos. Aunque en la *Epistola … In qua Leges Attractionis* Keill no dice expresamente que la atracción actúa a distancia, su manera de concebirla presupone que dicha fuerza actúa inmediatamente a distancia, pues la piensa como esencial a la materia y como una cualidad no reducible a explicación mecánica sobre la base de movimientos e impulsos. La acción a distancia fue un tema muy debatido a partir del siglo XVII, debido a que en la obra de algunos autores formó parte de una explicación de la gravedad que la concebía como una cualidad inherente a la materia. Contra ese parecer, muchos filósofos corpusculares sostenían que toda acción debía transmitirse por contacto y nunca a distancia. Ya Galileo y Descartes habían rechazado la idea de que el sol actuara a distancia, aunque diferían en las explicaciones que daban acerca de cómo el sol debía actuar sobre los planetas: si a través de un medio —p. ej., etéreo—, o por emisión de corpúsculos. A pesar del famoso pasaje de su carta a Bentley en el cual insistió en que no tomaba a la gravedad por una propiedad esencial de los cuerpos,[62] no está completamente claro que Newton pensara siempre que la atracción gravitatoria no era una fuerza de la materia irreducible a explicación mecánica, que actuaba inmediatamente a distancia. En todo caso, Keill y sus seguidores interpretaron la teoría de la gravitación universal como si ella condujera a la afirmación de que los cuerpos tenían una cualidad atractiva intrínseca.

En cambio, para Leibniz y sus partidarios de las *Acta Eruditorum*, tanto el vacío reivindicado por los newtonianos como la atracción propuesta por Keill eran inaceptables. Esta última fue interpretada por

---

[59] Ibid., Theor. XXVII, p. 109.
[60] Ibid., Theor. XXIX, p. 109.
[61] Ibid., p. 97. Antes, Bentley había expresado el punto de vista de que la atracción pertenece a la materia, pero no por su esencia, sino por una impresión divina. Ver § 9.
[62] Ver § 9.

ellos como una cualidad oculta que actúa a distancia, lo cual condujo a una polémica entre newtonianos y leibnizianos que se desarrolló a través de artículos aparecidos en las *Acta Eruditorum*, las *Philosophical Transactions*, obras de autores de uno y otro lado —en particular la *Teodicea* de Leibniz, donde este denunció a la atracción como una *qualitas oculta*— y la correspondencia de sus protagonistas: Newton, Leibniz, Keill, Wolff y otras figuras. Como es sabido —ya nos hemos referido a ello—, además de las discusiones sobre el vacío y la atracción, la polémica entre ambos grupos incluyo una agria disputa sobre la prioridad en la invención del cálculo y llegó a tener connotaciones políticas.[63] Al comienzo, ni las teorías de Newton ni las de Keill fueron atacadas en las *Acta Eruditorum*. La reseña de la *Introductio ad Veram Physicam* publicada allí en noviembre de 1703 no es crítica. Es verdad que en esta obra todavía no aparecían los teoremas sobre la fuerza atractiva ni la teoría química establecida sobre la base de atracciones de la *Epistola … In qua Leges Attractionis*, los cuales fueron incluidos en posteriores ediciones de la *Introductio ad Veram Physicam*, pero ya estaban las pruebas del vacío, que posteriormente serían objetadas por Wolf, y la crítica a los vórtices, si bien dirigida sólo a los torbellinos cartesianos. Por otro lado, los leibnizianos aprobaron la afirmación por parte de Keill de la divisibilidad infinita de la magnitud, cónsona con su predicamento.[64] Uno de los primeros episodios públicos —si no el primero— de la confrontación entre leibnizianos y newtonianos, que se presentó con siete años de retraso (la *Introductio ad Veram Physicam* de Keill se publicó en 1702), fue la controversia en torno al vacío entre Keill y Wolff, suscitada por la aparición en 1709 de los *Aërometriae Elementa* de Christian Wolff.[65] En septiembre de ese año, las *Acta Eruditorum* publicaron una reseña hostil del libro de James Keill y las

---

[63] Ver la primera parte de este trabajo: Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1,* prólogo, pp. xi-xii; introducción, pp. 2-3; § 1, pp. 34-36.

[64] “Introductio ad Veram Physicam, ſeu Lectiones Phyſicæ &c. quibus accedunt Christiani Hiigenii Theoremata de Vi Centrifuga, & Motu Circulari, demonſtrata per Jo. Keill, e Colleg. Ball A.M. & Reg. Soc. Socium,” *Acta Eruditorum*, noviembre de 1703, pp. 504-510.

[65] Nos hemos referido a esta controversia en el primer volumen de este trabajo, § 5, pp. 109-11.

Praelectiones Chymicae de John Freind, también publicadas en 1709, provocaron una nueva reacción de los leibnizianos. Estas disputas, junto con la de la prioridad en la invención del cálculo, se mantuvieron con intensidad hasta la muerte de Leibniz en 1716, en incluso más allá.

En las secciones que siguen examinaremos la influencia de Keill sobre los newtonianos Freind y Cheyne, así como la reacción de los leibnizianos contra la obra de estos autores.

§ 3. Las *Praelectiones Chymicae* de John Freind

Según hemos dicho antes, la doctrina de las fuerzas atractivas de John Keill fue adoptada inmediatamente por otros newtonianos. Bajo su influjo, John Freind [66] publicó en 1709 sus *Praelectiones Chymicae*, las cuales dedicó a Isaac Newton. En la dedicación[67] se afirma que la fuerza atractiva, explicada por Newton respecto de los grandes astros, puede ser puesta al servicio de la aclaración de múltiples fenómenos naturales, porque también en los corpúsculos más pequeños tiene vigencia una fuerza atractiva, de la cual, siguiendo a la epístola de Keill,[68] Freind dice que fue comprobada por Newton mediante una variedad de experimentos. [69] Él se refiere a los experimentos sobre las fuerzas atractivas incluidos en la edición latina de la *Óptica*.[70]

---

[66] Freind (1675-1728), médico inglés, fue director de la *Westminster school*. En 1704 fue nombrado docente de química en *Oxford* y en 1716 llegó a ser *fellow* del colegio de médicos, censor del mismo en 1718 y orador *Harveiano* en 1720. En 1726 fue nombrado médico de la Reina Carolina, puesto que retuvo hasta su muerte en 1728. Además de las *Praelectiones Chymicae*, Freind publicó *The History of Physick* (1725) en 2 volúmenes, obra en la cual expone sus ideas acerca de la medicina mientras escribe su historia.

[67] Esta dedicación aparece solamente en la versión en latín de 1709.

[68] John Keill, "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," pp. 99-100. Ver § 2, nota 34.

[69] "Illam Attractionis vim, quam in grandiore corporum Caelestium mole primus & acute perspexeras & feliciter explicaras, multi ad illustranda Naturae Phaenomena transtulerunt: hanc vero, quam etiam in minutissimis corpusculis vigere & olim non obscure innuisti, & nuper multiplici experimentorum varietate comprobasti, vix nunc tandem advertere atque excolere incipimus.

Freind también escribe elogiosamente acerca de Keill, a quien considera el primero en haber mostrado cómo la química podía ser examinada e ilustrada a partir de principios mecánicos.[71] Efectivamente, en Keill hay un programa reduccionista para las ciencias, en base a principios mecánicos, el cual incluye a las fuerzas atractivas y les asigna un rol preponderante. El propio Keill, junto con otros newtonianos, intentó llevar a cabo el susodicho programa. La obra de Freind es interesante precisamente por su intento de realizarlo. Las *Praelectiones Chymicae* tienen una deuda directa con los principios de la *Epistola … In qua Leges Attractionis*,[72] en tanto Freind se basa en nueve postulados, de

---

Principium hoc cum nemini adhuc visum sit ad rem *Chymicam* acommodare, ego, quid hic etiam valere posset, volui pro meis viribus experiri: hujusce …" John Freind, *Prælectiones Chymicæ: In quibus omnes fere Operatones Chymicæ Ad Vera Principia & ipſius Naturæ Leges rediguntur*; *Anno 1704, Oxonii, in Musæo Ashmoleano Habitæ*, 1709, en John Freind [*Johannis Freind, M.D. Serenissimæ Reginæ Carolinæ Archiatri*], *Opera Omnia Medica*, London, Johannis Wright, 1733, Dedicatio. Esta edición también reproduce la reseña aparecida en las *Acta Eruditorum* en 1710, y la respuesta de Freind en las *Philosophical Transactions*, a las cuales nos referiremos más adelante.

[70] Esto está en la Quest. 23 de la edición latina de 1706, que en la segunda y tercera ediciones inglesas de 1717 y 1721 corresponde a la Quer. 31.

[71] En cambio, Boyle, "el instaurador de la filosofía experimental," no dio una nueva fundamentación a la química, sino que derrumbó la vieja. "Non enim qualis revera eſſet Natura corporum Mechanica, inveſtigarunt; ſed qualem vellent eſſe, commenti ſunt: ita leges & affectiones corporibus affinxerunt, quæ nec Mechanicæ congruerent, nec ſibi. Huic arti nemo plus lucis attulit, quam inſignis ille Philoſophiæ experimentalis inſtaurator Boyleus; qui tamen non tam nova Chymiæ extruxit fundamenta, quam dejecit vetera: materiam, und e erui poſſit vera rerum explicatio, uberem reliquit, ipſam explicationem in perpaucis attigit. Viam adeo qua Chymia ad Mecánica, hoc eſt, ad vera Principia exigi poſſit, primus aperuit, Vir de Philoſophico orbe & hac præſertim Academia bene meritus, Johannes Keill: cujus cum alterum opus Phyſicum prodierit, facile patebit, res etiam reconditiſſimas illuſtrari poſſe, cum ad eas illuſtrandas ſanum acceſſerit ingenium." John Freind, *Prælectiones Chymicæ*, Prælectio I, p. 1.

[72] "Principia *enim, quibus hic magna ex parte uſus ſum, nuper explicuit Vir de me plurimum deque literis meritus,* D. Johannes Keill: *fecitque ut me huic argumento immiſcere minus alienum duxerim, quia ex hac ipſa ratione ac via, quam ad inveſtigandas naturæ leges utcunque ſecutus ſum, intelligi aliquatenus poſſit, quam in ſe vim contineant Viri Amicissimi cogitationes, & quam multiplicem in uſum redundare queant*." John Freind, *Prælectiones Chymicæ*, Præfatio.

los cuales varios son tomados del trabajo de Keill.[73] Sin embargo, el tratamiento que Freind da a las fuerzas atractivas es menos formal y no sigue el modo matemático de exposición como lo hacía el escrito de Keill.

Tras los pasos de Keill, Freind toma como dato básico a la fuerza atractiva, por medio de la cual todas las partes de materia se atraen recíprocamente.[74] Dicha fuerza se difunde en un espacio pequeñísimo y casi desaparece cuando los cuerpos están muy separados; en cambio, es fuerte si las partículas de los cuerpos están en contacto. La atracción, que decrece en razón inversa mayor que el cuadrado de la distancia —es decir: en razón inversa del cubo o más del cubo de la distancia—,[75] *es responsable de la cohesión de las partículas de los cuerpos* y —de nuevo siguiendo a Keill— cambia en muchos puntos o lugares según varían las cantidades del contacto.[76] Tal vez lo más influyente que aportaron Keill y sus partidarios fue la explicación de la cohesión por medio de la atracción.

Tomando como premisas los principios que hemos visto, de los cuales afirma que se demuestran matemáticamente, Freind proporciona una aclaración de la solidez y la fluidez, de la doctrina química, de la calcinación, la destilación, la sublimación, la fermentación, la digestión, la precipitación y la cristalización.[77] Así pues, de acuerdo con las *Praelectiones Chymicae*, la atracción está por todas partes en la naturaleza y nada se substrae a ella.[78] La solidez o dureza de los cuerpos,

[73] Ibid., Prælectio I, pp. 2-3.
[74] "Datur Vis Attractrix, ſeu omnes Materiæ partes a ſe invicem trahuntur." Ibid., Prælectio I, p. 2.
[75] "Vis hæc per ſpatiola admodum exigua diffunditur, ita ut, cum Corpora longius a ſe invicem abſint, fere evaneſcat. Neque ſenſibilis evadit, niſi cum Corporum particulæ propius ad ſe mutuo accedant: ſub ipſo autem Contactu validiſſima eſt. Adeoque decreſcit vis Attractrix in ratione Diſtantiarum augeſcentium, quæ duplicata major eſt." Ibid., Prælectio I, p. 3.
[76] "Vis, qua particulæ Corporum inter se cohærent, ab Attractione oritur; & pro varia Contactuum quantitae multifariam mutatur." Ibid. Prælectio I, p. 3.
[77] Ibid.
[78] Ibid., Prælectio V, p. 17.

que es la fuerza que se opone al distanciamiento de las partes,[79] se origina en la coherencia mutua de las mismas y ésta, a su vez, se deduce de la atracción de la materia. Ahora bien, la atracción es fortísima en el contacto. Por ello, cuando las superficies se tocan en muchas partes, coalescen. Y se separan cuando la coherencia de las partes es exigua, como en los cuerpos esféricos, cuyas superficies no se tocan sino en un punto, lo cual explica la fluidez, pues en los fluidos las partes se pueden separar fácilmente.[80] Esto también se encontraba en la *Epistola … In qua Leges Attractionis* de Keill.

Los leibnizianos reaccionaron en contra del proyecto reduccionista de los newtonianos, por considerarlo inconsecuente con los principios del mecanicismo. En una reseña anónima de la edición de Ámsterdam (1710) de las *Praelectiones Chymicae*,[81] aparecida en las *Acta Eruditorum* de 1710,[82] los alemanes acusaron a Freind y Keill de volver a las *cualidades ocultas* a pesar de que los fenómenos químicos se pueden explicar mecánicamente, sin recurrir a cualidades ocultas como la atracción. A decir verdad, ni Keill ni Freind dicen textualmente que la materia tiene una fuerza atractiva que actúa a distancia. Los leibnizianos infirieron que este era su pensamiento. La inferencia es, sin embargo, justificada, y se sigue de la tesis según la cual la materia está dotada de una fuerza atractiva esencial, que no puede explicarse mecánicamente. La crítica realizada por Keill a los vórtices de Descartes, al *plenum* y a los intentos cartesianos de comprender mecánicamente la gravedad, son indicios adicionales de que pensaba que la fuerza atractiva era esencial y actuaba a distancia.

Los principios de Keill incorporaban la atracción a la explicación mecánica de la naturaleza, interpretándola como una cualidad esencial,

---

[79] Dicho distanciamiento es el que altera la forma de los cuerpos.
[80] John Freind, *Prælectiones Chymicæ*, Prælectio II, pp. 4-5.
[81] John Freind, *Prælectiones Chymicæ: In quibus omnes fere Operatones Chymicæ Ad Vera Principia & ipſius Naturæ Leges rediguntur*, *Oxonii habitæ*, Ámsterdam, 1710.
[82] Reseña de: “Prælectiones Chymicæ: In quibus omnes fere operatones Chymicæ ad vera principia & ipſius Naturæ leges rediguntur, Oxonii habitæ a Johanne Freind, M.D. Ædis Christi Alumno,” *Acta Eruditorum*, 1710: Septiembre, pp. 412-16.

no reductible, de la materia, que por lo tanto tiene que actuar a distancia. Interpretando correctamente las consecuencias de la atracción introducida por Keill y adoptada por sus partidarios, los leibnizianos denunciaron que se trataba de una cosa que no era clara y distinta como el movimiento y el impulso. La reseña de las *Praelectiones Chymicae* comienza con una acusación: Además de los principios aritméticos, geométricos e hidrostáticos, Freind emplea la hipótesis keilliana de la fuerza atractiva de las partículas mínimas de la materia,[83] es decir, incorpora la fuerza atractiva al corpuscularismo. La recriminación sigue: Keill y sus secuaces —el lenguaje es duro— volvieron a las *cualidades ocultas,* como lo fueron la *simpatía* y la *antipatía* en las escuelas. Según el autor de la reseña, si la fuerza atractiva es primitiva, como pretenden Keill y Freind, por su propia esencia puede impeler a toda parte de materia hacia toda otra parte de materia y no es posible dar cuenta de ella por medio razones mecánicas, de manera que, o bien es algo absurdo, o bien debe ser explicada como un milagro, o bien se funda en una extraordinaria voluntad de Dios. En la modernidad, explica la recensión del libro de Freind, la física mecanicista se estableció cuando los filósofos de la naturaleza sustituyeron las formas substanciales y las cualidades ocultas de la escolástica por una explicación de los fenómenos en base a principios mecánicos claros y distintos, como los corpúsculos materiales, la extensión, la impenetrabilidad, el movimiento y los impulsos. Por ello, su autor recuerda a los newtonianos que había un acuerdo entre los físicos para no buscar refugio en explicaciones de otra índole, y prosigue: Si los newtonianos proceden de otra manera y

[83] “Adhibet nimirum præter notisſima principia Aritmetica, Geometrica & Hydroſtatica, etiam hypotheſin *Keilianam* (quam loco citato ipſis Autoris verbis deſcripſimus, & jam in Actis Anni ſuperioris attigimus) de vi attractrice particularum minimarum. Verum enim vero Dn. *Keilius* cum ſequacibus redit reapſe ad qualitates occultas, quales apud Scholæ Philoſophos ſympathia & antipathia fuere, dum vim quandam attractricem ſtatuit, quæ ſi (ut ipſe vult) primitiva eſt, omnique materiæ erga omnem materiam eſſentialiter competit, utique per rationes mechanicas explicari nequit, atque adeo vel erit aliquid abſurdum, vel in miraculum ſeu voluntatem Dei extraordinariam reſolvetur, ad quam tamen in Phyſicis ſine necesſitate confugiendum non eſſe, convenit inter intelligentes. Quodi aliter procedimus & fictionibus indulgemus, reditur ad Philoſophiam quandam phantaſticam Scholæ vel etiam Enthuſiaſticam, qualis *Fluddi* fuit.” Ibid., p. 412.

condescienden en ficciones, van a restituir a la filosofía las cualidades fantásticas de la escolástica, e incluso los entusiasmos de Robert Fludd,[84] subvirtiendo la explicación mecánica y racional de las cosas de la naturaleza, que en la propia Inglaterra Robert Boyle, junto con otros, había contribuido a establecer y aplicar a la química. Según las *Acta Eruditorum,* los supuestos de Freind, derivados de la introducción de la atracción,[85] no son afortunados, ya que es posible hallar cómodamente la explicación de la cohesión, la solidez y la doctrina química, sin recurrir a una cualidad atractiva oculta, que confunde los verdaderos principios de la filosofía y regresa la filosofía natural a su situación antes del surgimiento de la física mecanicista, a la cual situación nuestro autor anónimo se refiere como el "antiguo caos." [86] La tesis de los leibnizianos es que el acercamiento recíproco de los cuerpos, que parece atracción, se puede explicar de modo mecánico, sin tener que introducir una atracción propiamente dicha.[87] Al invocar una atracción, Keill y sus seguidores pueden provocar la reversión de las ganancias de la filosofía mecánica y

---

[84] Robert Fludd (1574-1637), medico inglés y filósofo místico. Esta es una grave crítica, pues se recordaba a Fludd porque sus obras eran tenidas como paradigma y culminación de lo oculto en el siglo XVII, en oposición a lo científico.

[85] A saber, que todas las partes de la materia se arrastran recíprocamente, que la fuerza atractiva se difunde en un pequeño espacio muy exiguo, es fuerte en el contacto y, en cambio, decrece a una razón mayor que la razón duplicada de la distancia, que es diversa según las diferentes figuras y densidades de las partículas, que la cohesión de la materia en los cuerpos se origina en la atracción, etc., etc. Ver próxima nota.

[86] "Ita uno ictu ſubvertentur, quæ in Anglia ipſa *Robertus Boylius* & alii Viri docti de rebus naturabilis mechanice, id est, rationabiliter explicandis magno ſtudio ſtabiliverunt, quæ *Boylius* etiam diſerte ad Chymica applicuit. Juxta infelicem hanc philoſophandi rationem Autor adeo ſupponit, omnes materiæ partes a ſe invicem trahi; vim attractivam per exigua admodum ſpatiola diffundi & in contactu validiſſimam exiſtere, decreſcere autem in ratione majore, quam eſt duplicata diſtantiarum; eandem pro varia particularum figura & denſitate diverſam eſſe; immo in uno latere fortiorem ſeſe exerere quam in alio; particulas eo majore velocitate ad ſe invicem accedere, quo ſint minores; cohæſionem denique materiæ in corporibus ab hac attractione oriri & pro varia contactuum quantitate multifariam mutari. Sed hæc omnia ſine qualitate illa occulta attractrice, veræ Philoſophiæ principia confundente & in antiquum chaos redeunte, commode explicari poſſunt ..." Reseña de "Prælectiones Chymicæ …" *Acta Eruditorum*, 1710: Septiembre, pp. 412-13.

[87] Ibid., p. 413.

con ello hacer posible que irrumpan de nuevo en la filosofía todos los "monstruos de la escolástica," que habían sido completamente derrotados por los estudios de Bacon, Galileo, Descartes, Hobbes, Torricelli, Pascal y Boyle.[88]

Es interesante la reacción de Keill a las críticas de las *Acta Eruditorum*, pues, buscando involucrar a Newton, en una carta de abril de 1711 las presentó como un ataque contra este. En la mencionada carta se puede leer lo siguiente: "I wish you'd take the pains to read that part of their supplements [las *Acta Eruditorum*] wherein they give an account of Dr. Freind's book and from thence you may gather how unfairly they deal with you."[89] En realidad, en este momento los leibnizianos no pensaban que la idea de una fuerza atractiva esencial a la materia proviniera del autor de los *Principia Mathematica*. Sin embargo, no mucho tiempo después Newton estuvo dispuesto a prestar oídos a Keill.

Freind replicó a la reseña de su libro en las *Philosophical Transactions* de 1710.[90] En las *Praelectio Chymicae*, este autor había dado crédito a Keill por haber mostrado la manera en que se podía fundar la química en principios mecánicos,[91] ahora se apoya en la autoridad de Newton, afirmando que los fundamentos sobre los cuales elaboró su teoría química son los principios y el método argumentativo de los

---

[88] "Et ut verbo dicam, pleraq, omnia monstra Scholastica, studio Bacón, Galilaei, Jungii, Carteéis, Hobbii, Toricellii, Pascallii, Boylii profligata, velut agmine facto per posticum iterum in Philosophiam, nisi cavemus, irrumpent." Ibid., p. 414.

[89] Carta de John Keill a Newton, 3 de abril de 1711, *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull et al., 7 Vols., Cambridge, Cambridge University Press, 1959 -1977, Vol. 5, p. 115. Los corchetes son nuestros.

[90] John Freind, "*Johannis Freind*, M.D. *Oxon*. *Prælectionnm Chymicarum Vindiciæ, in quibus Objectiones, in* Actis Lipſienſibus *Anno* 1710. *Menſe Septembri, contra Vim materiæ Attractricem allatæ, diluuntur*," *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 27 (1710-1712), 1710, pp. 330-342. La réplica de Freind, que provocó un nuevo ataque (*Acta Eruditorum*, 1713, pp. 307-18), fue leída ante la *Real Sociedad*, "the President [Newton] in the Chair," el 15 de noviembre de 1711. *Journal Book of the Royal Society*, vol. X, 1702-14, p. 330.

[91] John Freind, *Prælectiones Chymicæ,* Prælectio I, p. 1.

Philosophia naturalis principia mathematica,[92] ello con la finalidad de refutar a sus críticos leibnizianos y defender la fuerza atractiva de la acusación de ser una cualidad oculta, en particular frente a Christian Wolff.[93] A causa de declaraciones como esta, los leibnizianos vincularon al propio Newton con las tesis de Freind y Keill.

§ 4. Los *Philosophical Principles of Natural Religion* de George Cheyne

La idea de que a partir de los elementos de la filosofía natural newtoniana se puede demostrar la existencia de Dios y derrotar al ateismo, que ya estaba en los *Eight Sermons Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture containing a Confutation of Atheism* de Richard Bentley y en *An Examination of Dr. Burnet's Theory of the Earth* de John Keill,[94] aparece también en los *Philosophical Principles of Natural Religion* de George Cheyne,[95] publicados por primera vez en 1705.[96] Este

---

[92] John Freind, "*Johannis Freind*, M.D. *Oxon*. *Prælectionnm Chymicarum Vindiciæ, in quibus Objectiones, in* Actis Lipſienſibus … *contra Vim materiæ Attractricem allatæ, diluuntur*," p. 331.

[93] Ibid., pp. 333-4.

[94] *Eight Sermons Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture, in the First Year* MDCXCII, *The Sixth Edition, To which are added, Three Sermons: One at the Public Commencement, July 5,* 1696, *when he proceeded Doctor in Divinity; another before the University, Nov. 5,* 1715, *and one before his late Majesty King George I, Feb. 3,* 1711, Cambridge, 1735. Reimpresos en Richard Bentley, *Sermons Preached at Boyle's Lecture; Remarks upon a Discourse of Free-Thinking; Proposals for an Edition of the Greek Testament; etc. etc.*, Alexander Dyce, Editor, London, Francis Macpherson, 1838, ver, p. ej.: pp. 149 ss; John Keill, *An Examination of Dr. Burnet's Theory of the Earth Together with Some Remarks on Mr. Whiston's New Theory of the Earth*, Oxford, Printed at the *Theater*, 1698, ver, p. ej.: Dedicatoria, p. a 2, p. 21, pp. 36-37. En relación con el libro de Keill, ver la primera parte de este trabajo: Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad*, *Volumen 1*, *John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud*, § 2, pp. 36 ss.

[95] Cheyne (1671-1743) fue un importante médico de la época, nacido en Escocia. Estudió medicina en Edimburgo, donde fue discípulo del Dr. Archibald Pitcairne (1652-1713) y escribió *A new Theory of Acute and Slow continued Fevers; wherein, besides the appearances of such, and the manner of their cure,*

es otro trabajo proveniente de un miembro del círculo de adherentes que se formó alrededor de Newton, el cual incluía a los Keill, Freind, Richard Mead, David Gregory y Archibald Pitcairne.[97] Como otros newtonianos, Cheyne toma prestado material de las primeras ediciones de la *Óptica* y los *Principia Mathematica* y en posteriores ediciones de su libro incluye adiciones provenientes de las segundas ediciones de las mencionadas obras de Newton. La primera parte de los *Philosophical Principles of Natural Religion* expone los elementos de la filosofía natural y las pruebas de la religión natural que resultan de dichos elementos.[98] Cheyne explica las leyes de la naturaleza,[99] la necesidad del vacío, tanto *a priori* como *a posteriori*,[100] y la atracción o gravitación de los cuerpos. Más

---

occasionally, the structure of the glands, and the Manner and Laws of Secretion, the operation of purgative, vomitive, and mercurial medicines, are mechanically explained. Después de obtener su M.D. se trasladó a Londres, donde comenzó su práctica médica. Aunque un amateur en geometría, Cheyne incursionó en esta ciencia con su *Fluxionum Methodus Inversa: sive quantitatum fluentium leges generales*. Los *Philosophical Principles of Natural Religion*, de 1705, fueron dedicados al *Earl* de Roxburgh. Posteriormente publicó *An Essay on the True Nature and Due Method of treating the Gout, together with an account of the Nature and Quality of the Bath Waters*, que tuvo al menos cinco ediciones y fue seguido por *An Essay on health and Long Life*. En 1733, Cheyne publicó su *English Malady, or a Treatise on Nervous Diseases of all kinds, as Spleen, Vapours, Lowness of Spirits, Hypochondriacal and hysterical Distempers* y en 1740 vio la luz *An Essay on Regimen*. Su última obra llevó por título *The Natural Method of Curing the Diseases of the human Body, and the Disorders of the Mind attending on the Body.*

[96] Hemos empleado la siguiente edición: George Cheyne, *Philoſophical Principles of Religion. Natural and Revealed*, 2 Parts, 3a edición, London, George Strahan, 1724. Había varios tratados, además del de Cheyne, que defendían la religión y ofrecían pruebas de la existencia de Dios a partir de la física de Newton, con la finalidad de derrotar al ateismo.

[97] Ver la primera parte de este trabajo: Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1*, § 1, p. 34.

[98] Ver, p. ej., el prefacio: "But this I think I may venture to say, that *Atheism*, may be eternally confounded, by the most distant Approaches to the true Causes of natural Appearances. And that if the *Modern Philosophy* [es decir: la filosofía newtoniana] demonstrated nothing else, yet it infallibly proves *Atheism* to be the most gross Ignorance." George Cheyne, *Philoſophical Principles of Religion*, Preface.

[99] Ibid., Chap. I.

[100] Ibid., § 12, pp. 12 ss.

adelante, critica los vórtices harmónicos de Leibniz [101] y presenta al *principio de atracción* como la causa más probable de los movimientos celestiales.[102] Cheyne sostiene, de manera similar a Bentley —y seguramente siguiéndolo— que la gravitación de los cuerpos *no es un principio esencial a la materia*, sino que *debe ser una virtud o energía divina impresa sobre la materia*.[103] En esto difiere de Keill, quien sí considera a la atracción como esencial a la materia, pero coincide con él en pensar que la gravitación es irreductible a una explicación mecánica. Mediante un proceder análogo al que hemos examinado en Keill y Freind, Cheyne da cuenta de propiedades como la fluidez,[104] la figura de las partes de los cuerpos, la naturaleza probable y apariencia del elemento que constituye el agua, la naturaleza del oro, la congelación,[105] la figura de las partículas, las propiedades y naturaleza del mercurio,[106] la del aire,[107] y de varios otros fenómenos. Este autor explica la cohesión y la solidez a partir de la "gravitación",[108] y hace otro tanto respecto de la elasticidad.[109] En el tratado de Cheyne, las diferentes atracciones, incluyendo la gravitación de Newton, reciben el mismo nombre de "gravitación". Por ello dice que puede ser necesario postular varias leyes de gravitación, distintas entre si, para explicar las diferentes apariciones que observamos en la naturaleza.[110] Nótese que la primera edición del libro de Cheyne es anterior a los escritos de Keill y Freind. Ahora bien, las semejanzas que encontramos en las ideas expuestas en los trabajos de estos seguidores de Newton indican que formaban un círculo alrededor del maestro, compartían un núcleo de ideas y estaban sometidos a la influencia de Newton, en particular a través de la *Óptica*.

---

[101] Ibid., § 21, p. 41 ss.
[102] Ibid., § 24, p. 39 ss.
[103] Ibid., § 24, p. 40 ss. Cfr.: Bentley, *Eight Sermons Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture*, pp. 157, 158, 161-2, 163-5. En el § 9 examinaremos las especulaciones de Bentley acerca de la atracción.
[104] George Cheyne, *Philofophical Principles of Religion*, § 26, p. 59.
[105] Ibid., § 28, p. 61.
[106] Ibid., § 29, p. 30.
[107] Ibid.
[108] Ibid., § 42, p. 93.
[109] Ibid., § 44, pp. 107ss.
[110] Ibid., § 41, p. 92.

Cheyne pone las doctrinas de Newton al servicio de una demostración de la existencia de Dios. Este autor piensa que un examen del origen y el estado presente de las cosas en el mundo conduce a rechazar las hipótesis epircureistas y mecánicas. Su tesis es que el presente sistema de cosas no puede haber sido producido mecánicamente, porque *el movimiento no es esencial a la materia,*[111] y la solidez o la cohesión jamás podrían haber resultado de las propiedades de la materia.[112] Veamos algunas de sus razones: [*i*.-] Hay varias apariciones en la naturaleza que son inconsistentes con el mecanicismo y no pueden ser aclaradas por el mero mecanismo.[113] En esta categoría se encuentran todos los fenómenos celestes y terrestres que han sido explicados por medio del principio de atracción.[114] [*ii*.-] Además, la producción de animales está por encima del poder del mecanismo.[115] [*iii*.-] El universo no puede haber existido por sí mismo desde toda la eternidad, ya que su subsistencia requiere de un principio extrínseco. [*iv*.-] Por otra parte, todas las cosas en el universo tienen un fin, uso o designio, lo cual implica un plan, además de una creación —y no su existencia propia—.[116] [*v*.-] A lo anterior se añade que el mundo material es finito y posee una naturaleza limitada.[117] Para Cheyne, todos estos argumentos demuestran la existencia de un poder supremo,[118] la misma existencia de la materia es una prueba simple de la existencia de un Dios.[119] Y a ello agrega que el estado de cosas presente debe haber sido formado necesariamente por leyes y principios diferentes a los que lo gobiernan ahora, por lo que debe haber sido producido por un ser inteligente.[120] En todo esto es patente la influencia de los *Eight Sermons*

[111] Ibid., III, § 4, p. 113.
[112] Ibid., § 7, p. 119.
[113] Ibid., § 8, p. 121.
[114] Ibid., § 9, p. 121.
[115] Ibid., § 10, p. 124.
[116] Ibid., IV, §2-3, pp. 144 ss.
[117] Ibid., §§ 11 ss, pp. 165 ss.
[118] Ibid., V, § 2, p. 180.
[119] Ibid., § 3, 182.
[120] Ibid., § 4, p. 184.

Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture containing a Confutation of Atheism de Richard Bentley (ver § 9 más adelante).[121]

En la tercera edición de los *Philosophical Principles of Natural Religion*, publicada en 1724, encontramos un argumento a favor del vacío, que se apoya en razonamientos incorporados por Newton en la segunda edición de los *Principia Mathematica* (1713). Cheyne se basa en que la *vis inertiæ* de los cuerpos es proporcional a la cantidad de materia que contienen. Su argumento afirma que dos cuerpos que contienen cantidades iguales de materia pesan lo mismo y, por lo tanto, si no hubiera vacíos en los cuerpos, dos esferas de diámetros iguales deberían contener cantidades iguales de materia, y por lo tanto habrían de pesar lo mismo. Así, por ejemplo, dos esferas, una de oro y otra de madera, cuyos diámetros fuesen iguales, deberían tener las mismas gravedades específicas. Pero esto es negado por la experiencia, por lo que es necesario admitir vacíos en la esfera de madera para dar cuenta de la diferencia en las gravedades —es decir: en los pesos— de ambas.[122] Este era el razonamiento de la *Introductio ad Veram Physicam* de Keill.[123] A

---

[121] Según un chisme de la época, Cheyne habría robado buena parte de su libro de los sermones de Bentley, dados en las *Boyle lectures* y recogidos en *A Confutation of Atheism*. Así lo afirma David Gregory en una nota de sus *Memoranda*, fechada el 3 de junio de 1705. W. G. Hiscock, Editor, *David Gregory, Isaac Newton and their Circle. Extracts from David Gregory's Memoranda 1677-1708*, Oxford, Oxford University Press, 1937, p. 25. Pero tal vez esta nota refleja la animosidad de Gregory hacia Cheyne (por cierto, reciprocada por este último). En una entrada previa (27 de marzo de 1705), Gregory afirma haber encontrado una gran cantidad de errores en los *Philosophical Principles of Natural Religion* de Cheyne (los contó y llegó a 429), de los cuales dice que unos 20 son graves. "I have a list of 429 errors in that book [el libro de Cheyne]; and will undertake to show more Errors in it than there are pages. [Añadido después:] On 15 May 1705, he sent me a copy of the Errata, wherein are all the Errors that I shew'd him." Ibid., pp. 25-6. No obstante, el editor de los *Memoranda*, Hiscock, indica que una gran cantidad de esos errores son sólo de puntuación, pero los importantes son de Gregory y comprenden la página de la errata. Ibid., p. 25, nota.

[122] George Cheyne, *Philoſophical Principles of Religion*, pp. 12-13.

[123] La lección X de la *Introductio ad Veram Physicam* propone un argumento a favor del vacío fundado en la naturaleza de la gravedad y en las diferencias de peso entre diversos elementos. Según Keill, dos globos de igual magnitud, uno de plomo y el otro de corcho, deberían pesar lo mismo si la cantidad de materia

continuación, Cheyne responde a una posible objeción: Si se supone que uno de los dos cuerpos iguales en tamaño es más poroso que el otro y los poros están llenos por un fluido sutil, que pasa libremente a través de los cuerpos, dicho fluido no está comprometido en el impulso,[124] o dicho de manera equivalente, no contribuirá a hacer más pesados a los cuerpos.[125]

---

de ambos es igual, en tanto la materia sutil que ocupa los poros del corcho pesaría igual que la materia del plomo que es igual a ella. Ahora bien, como el peso del plomo es mucho mayor que el del corcho, también debe haber una cantidad de materia mucho mayor en el globo de plomo que en el de corcho, de modo que habrá más poros o espacios vacíos en el corcho que en el plomo, lo cual prueba la existencia del vacío. *Introductio ad Veram Physicam*, Lectio X, Theor. IX, pp. 100-101. Keill parte de la suposición, hecha por los partidarios del *plenum*, de la existencia de una materia sutil que ocupa los espacios entre los cuerpos y los poros dentro de los mismos, por lo cual no hay ningún espacio vacío [Ver: Descartes, *Principes de la Philosophie*, en *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vol., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 -1974, Vol. IX-2, II, 5 (pp. 65-6), 6 (p. 66), 7 (pp. 66-7); III, 52 (pp. 128-9); IV, 20-27 (pp. 210-14), 23 (p. 211), 24 (p. 212); Rohault, *A System of Natural Philosophy A Facsimile of the Edition and Translation by John and Samuel Clarke Published in 1723*, 2 Vols., Johnson Reprint Corporation, New York and London, 1969, I, 8, 5, vol. 1, p. 29; II, 28, § 7, vol. 2, pp. 93-4, §§ 10 y 11, p. 95, § 13, p. 96, § 14, p. 97, § 15, p. 98.], y razona que esta tesis es falsa. Keill presupone además que sólo existe una clase de materia —que es la misma que la materia sutil—, de la cual están constituidos los distintos elementos, por lo cual las diferencias de peso de elementos diversos se explican por la existencia de más o menos espacios vacíos en los diferentes cuerpos. Con ello intenta mostrar que no es posible dar cuenta de las diferencias de pesos entre los elementos a partir de una mayor o menor cantidad de poros llenos de materia sutil en los mismos y por lo tanto hay que admitir el vacío. En el primer volumen de esta investigación hemos examinado este argumento, § 5, pp. 106 ss.

[124] Ibid., p. 13.

[125] Aunque no lo mencione, es muy probable que Cheyne tenga en mientes la objeción de Christian Wolff al razonamiento de Keill. En los *Aërometriae Elementa*, publicados por Wolff en 1709 (Christian Wolff, *Aërometriae Elementa*, en Christian Wolf, *Gesammelte Werke*, J. École, H. W. Arndt, Ch. A. Corr, J. E. Hofmann, M. Thomann, Eds., Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1981, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 37. Reimpresión de la edición de Leipzig, 1709, Axioma III, Scholion II, pp. 16-18.), se arguye que todo cuerpo pierde parte de su peso en el fluido sutil en el que nada, el cual penetra sus poros. Según el principio de Arquímedes [*Tratado de los cuerpos flotantes*, Libro I, Prop. 7. “Cuando un sólido más denso que un fluido se sumerge total o parcialmente en dicho fluido, experimentará un empuje hacia arriba (es decir: perderá un peso) igual al peso del fluido desalojado.”], la disminución de peso

Para enfrentar esta objeción, Cheyne nos refiere a razonamientos de Newton,[126] que mostraron experimentalmente que la resistencia de los cuerpos fluidos es proporcional a sus densidades, esto es, a las cantidades de materia que contienen,[127] vale decir: a sus *vires inertiae*. De lo anterior, Cheyne saca como consecuencia que hasta el éter más sutil opondría la misma resistencia a un proyectil que el mercurio, si la densidad o cantidad de materia en ambos fuera la misma, lo cual tiene que ser así, si hay un *plenum* y se supone que existe una sola clase de materia, dotada de una y la misma inercia y, por lo tanto, de la misma resistencia a los cambios de movimiento.[128] De esto se sigue, de acuerdo con este autor, que si los cuerpos tuvieran muchísimos poros llenos de fluidos sutilísimos y en ellos no hubiera vacíos totalmente desprovistos de materia, los cuerpos muy porosos deberían pesar igual que los más compactos, porque los fluidos que llenan esos poros tienen que pesar lo mismo que el cuerpo sólido, ya que ambos han de contener igual cantidad de materia si no hay espacios vacíos, y todos los fluidos resisten —es decir: pesan— en proporción a la cantidad de materia que contienen. Por lo tanto, si no hubiera vacíos, todos los cuerpos deberían ser igualmente pesados, lo cual es contrario a la experiencia.[129]

---

es igual al volumen del fluido desplazado por el cuerpo. Apoyando su razonamiento en lo anterior, Wolff sostuvo la imposibilidad de que la materia sutil recibida en los poros del cuerpo aumentara el peso de la materia que nada. En consecuencia, el peso de la esfera de corcho corresponde al peso del corcho en ella, ya que la materia sutil que penetra sus poros no contribuirá a hacerla más pesada, por lo cual esta esfera pesará menos que la esfera de plomo, y no lo mismo, como creía Keill. Así pues, para Wolff no era necesario invocar el vacío. Dados los antecedentes del argumento de Keill en un razonamiento que Newton expone en la primera edición de los *Principia Matemática* (Book III, Prop. VI (Theo VI), Cor. II y III, pp. 413-14.), la crítica de Wolff también era una crítica contra el newtonianismo en general. Ver la primera parte de esta investigación, Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad*, *Volumen 1*, § 5, pp. 109-11.

[126] *Principia mathematica*, Book II, Prop. XL, Schol., pp. 355 ss., esp. p. 364. Esta proposición fue añadida por Newton en la segunda edición.

[127] George Cheyne, *Philofophical Principles of Religion*, pp. 13-14.

[128] Ibid., p. 14.

[129] Ibid., p. 15.

Como Gregory y Keill antes que él, Cheyne critica los vórtices cartesianos y la *teoría de motuum coelestium* que Leibniz propusiera en las *Acta Eruditorium*.[130] De hecho, repite la crítica de Gregory a los vórtices armónicos de Leibniz,[131] así como las objeciones de Keill a los torbellinos de Descartes,[132] y, al igual que Keill, dice que los cuerpos celestes se mantienen en sus orbitas por el poder atractivo del sol, que algunos filósofos intentan explicar mecánicamente.[133] Lo último es un ataque a dichos filósofos (obviamente piensa sobre todo en los leibnizianos, pero también en los cartesianos), en tanto para nuestros buenos newtonianos no es posible explicar la atracción o gravitación mecánicamente. A partir de ello, Cheyne concluye que la misma debe ser un principio impreso en la materia por Dios, ya que no es un principio esencial a la susodicha materia.[134] En este punto particular, nuestro autor sigue a Bentley, pues aunque piensa que no se puede explicar mecánicamente la atracción, cree que esta fuerza no es esencial a la

---

[130] *Acta Eruditorum*, 1706, p. 446

[131] David Gregory, *Astronomiæ physicæ et geometricæ elementa*, Oxford, 1702. Nosotros hemos utilizado la edición de 1726 de la traducción al inglés de este trabajo: David Gregory, *The Elements of Physical and Geometrical Astronomy. To which is Annex'd, Dr. Halley's Synopsis of the Astronomy of Comets*, 2 vols., Johnson Reprint Corporation, New York, 1971, Reimpresión de la edición de 1726, Book I, Props. LXXVII y sobre todo LXXVIII, pp. 172-182.

[132] Para una revisión de la crítica de Keill a los vórtices cartesianos, ver el Volumen I de esta investigación, § 3, pp. 65-70.

[133] "It being thus prov'd, that the Celestial Bodies do not revolve by the means of any circulating Fluid, they must be kept in their Orbits, by some *Attractive* Power in the *Sun*, or by some gravitating Power in them towards him, which is the same thing, since it must be mutual by the third Law [de Newton: la de acción y reacción]. This Gravitating or Attracting Power of the great Bodies of the Universe towards one another, some Philosophers endeavor Mechanically to account for […]" George Cheyne, *Philoſophical Principles of Religion. Natural and Revealed*, II, § 23, pp. 34-5. Los corchetes son nuestros.

[134] "From what has been said it appears that the Attraction or Gravitation of Bodies toward one another, is not to be *Mechanically* accounted for, and since it has been likewise shown that the *Planets* cannot continue their Motions in their Orbits, without the Supposition of such an Attraction or Gravitation, it is evident, that this must be a Principle impress'd on Matter by the Creator of the World; it is a Principle no ways essential to Matter, since it is the Source and the Origin of the Celestial Motions, as Sir Isaac Newton has demonstrated." Ibid., § 24, pp. 38-9.

materia. Para Cheyne, como por la primera ley de Newton —la ley de inercia— el movimiento no es esencial a la materia, *la atracción o gravitación* —que es causa de movimientos— *tampoco puede serle esencial*. A esto hay que agregar que dicha fuerza no resulta de la naturaleza de la materia, porque la eficacia de la materia se comunica por medio del contacto, ya que ella no puede actuar a distancia, "whereas this Power of Gravitation acts at all Distances, without any Medium or Instrument to convey it, and passes as far as the Limits (if any such there are) of the Universe."[135] En consecuencia: i.- *la atracción tiene que ser impresa por Dios originalmente en la materia*, y ii.- *dicha impresión continúa en la misma en virtud de la actividad omnipotente de Dios*. De modo que puede reconocerse a la atracción, o gravitación, como *una de las cualidades primarias de la materia,* sin la cual esta no podría existir. Ahora bien, en tanto esta cualidad no se origina en la esencia de la materia, *ella no es una ley de la naturaleza*, como las leyes del movimiento que resultan de la textura, figura y disposición de los cuerpos … *sino una ley de la creación*. De acuerdo con los *Philosophical Principles of Natural Religion*, el problema que impide a los opositores de la atracción admitirla en la física es que ellos no creen que sea filosófico conceder en la explicación de los fenómenos ningún principio que no sea mecánico.[136] Ahora bien, arguye Cheyne, de que no podamos

---

[135] Ibid., p. 39.

[136] "… *Attraction* or *Gravitation* is no *essential* to Matter, but seems rather an *original Impress* which continues in it, by virtue of the *Omnipotent* Activity, in the *Divine Nature*, of which it is a *Copy* or *Image* in the low Degree that is suitable to a gross Creature, and so may now be reckon'd among the *primary* Qualities of Matter, without which, as it is now constituted Matter cannot be, but did not *Originally* belong to it as a *Materia prima*. On all which Accounts, its highly probable that this Universal Force of *Gravitation* is the Effect of the *Divine Power* and *Virtue* originally impress'd on, and by that first *Energy* continued in Matter, by which the Activity and Operations of Material Agents are preserved. And this Power of *Gravitation* being thus impress'd on Matter, is one reason of the Distincion between the Laws of *Creation* and *Nature*, for tho' the *Energy* of that first Impression does still last, and is the Source and Spring of the *Uniformity* and Continuance of the *Celestial* Motions, yet its not being essential to Matter, nor arising from its Nature, is the Reason why it ought not to be reckon'd among those Laws which arise from the particular Texture, Figure and Disposition of Bodies such as most of the Laws of Nature or Motion are. The chief Difficulties that I can find have strained Learned Men, in admitting

comprender como ella opera, no se sigue la obligación de negar la existencia en la materia de una cualidad, la atracción, que actúa a distancia, ya que tampoco la comunicación del movimiento por contacto ha sido explicada, y sin embargo nadie ha negado su existencia.[137] Así pues, a quienes dicen que la atracción no ha sido aclarada porque no ha sido reducida al contacto, Cheyne responde diciendo que el contacto mismo no ha sido aclarado (lo cual supone que el contacto no es un principio irreductible de la materia), de manera que si aceptan el contacto, no deberían hacer objeciones a la atracción. Autores posteriores habrían de utilizar argumentos parecidos, entre ellos Inmanuel Kant.[138]

Cheyne explica la gravitación en base a la existencia de Dios —que es su premisa fundamental, sin la cual cree que sería muy difícil dar cuenta de la naturaleza de las cosas— y la posibilidad de que Él la haya impreso en la materia. De esta posibilidad pasa a afirmar la existencia de la atracción gravitatoria como algo impreso.[139] Para este último paso se apoya en la imposibilidad —que no concederían los mecanicistas— de explicarla mecánicamente y en que la atracción no puede pertenecer a la

---

this Principle of the Universal Law of the *Gravitation* of Bodies upon one another are, I. That they cannot conceive how this Principle can be *Mechanically* accounted for; and they think it *Unphilosophical* to admit any Principle in the Explication of the Appearances of Nature which can't be thus accounted for. It is indeed in my Opinion certain, that this Principle cannot be *Mechanically* accounted for; for there is no other *Mechanical* Cause conceivable …" Ibid., pp. 41-3.

[137] Otro tanto sucede con el origen de la materia y el movimiento: "The Communication of Motion from one part of Matter to another, and even the first Production of Matter and Motion, are not to be accounted for; and yet there is no denying that such Things really are, when we are capable to explain how our Souls and our Bodies act mutually upon one another, we may come to be able to conceive how Matter acts at a Distance without any Medium; but till then, it is sufficient to know, that such a Quality is actually lodged in Matter, and that it is the Cause of all the Great and Uniform Appearances of Nature." Ibid., pp. 44-5.

[138] Ver las conclusiones, § 19, ptos. 2 y 3.

[139] "... if we admit an *infinitely Wise and Powerful Being* to have made this World, there will be little Difficulty in allowing him to have impress'd on Matter what Property he pleased, and if we will not admit of such a Being, there are much greater and harder Difficulties in the *Mechanical* Explanation of the Nature of Things to be surmounted …" George Cheyne, *Philoſophical Principles of Religion*, § 24, p. 46.

esencia de la materia. Su razonamiento sigue el siguiente camino: O bien la atracción pertenece a la esencia de la materia, o bien no pertenece a ella. Si la atracción no pertenece a dicha esencia, entonces, o bien su funda en el mecanismo de la naturaleza, o bien no es así. En el segundo caso, de acuerdo con Cheyne (y Bentley antes que él) no queda sino admitir que Dios la ha impreso sobre la materia en la creación original. Así pues, para él, la primera y gran ley impresa por Dios en todos los cuerpos es la de la atracción.[140] Esta argumentación forma parte de una gran prueba cosmológica, que, incorporando la ciencia newtoniana, retrocede de la naturaleza y sus leyes a su fundamento en un Dios creador.

Era de esperar que este punto de vista también fuese criticado en las *Acta Eruditorum*; todavía más debido a que Cheyne reiteró las objeciones de los newtonianos a los vórtices armónicos de Leibniz. Además, como ya hemos dicho, varias explicaciones de Cheyne, Keill y Freind son similares. Así, por ejemplo, aparte de las del vacío y la atracción, ya examinadas, las de la fluidez y la cohesión. Cheyne afirma que las partes de los fluidos son extremadamente pequeñas y las figuras de las mismas son esféricas o esferoidales, o se aproximan a esta forma, de modo que pueden tocarse sólo en un punto y, en consecuencia, una partícula puede fácilmente resbalar sobre otra —en lo cual reside la explicación de la fluidez—.[141] Para que ello sea así, las partículas de los fluidos deben ser lisas, pulidas y sujetas a la ley de gravitación, por medio de la cual cada partícula atrae a otra *y de la cual proviene la cohesión de las partes de los fluidos naturales*. Pero la fuerza de gravedad debe ser tal que la fuerza en virtud de la cual las partículas de los fluidos resbalan unas sobre otras pueda superar a la cohesión.[142] La cohesión se explica por medio de fuerzas atractivas [143] y Cheyne cree que

[140] Ibid., § 25, p. 51.
[141] Ibid., § 26, p. 59.
[142] Ibid., pp. 59-60.
[143] Ibid., § 42, pp. 93 ss. "... since we are certain, that *cohering* Bodies require a determinated Force to separate them, there wants still a *Cement,* as it were, to hinder them from being easily separated when join'd. Now this can be deriv'd from nothing in Nature, but that *Universal Law* of Attraction, whereby all the Parts of Matter endeavour to *embrace* one another." Ibid., p. 96.

pueden ser necesarias varias leyes de gravitación —o atracción— diferentes,[144] *correspondientes a diversas formas de la atracción*,[145] *para dar cuenta de los diferentes fenómenos,* como por ejemplo, la elasticidad.[146] Esta última idea también se encuentra en la *Epistola … In qua Leges Attractionis* de Keill.

En octubre de 1710, las *Acta Eruditorum* publicaron una reseña anónima de los *Philoſophical Principles of Natural Religion* en la cual se acusaba a los newtonianos, una vez más, de contribuir a la confusión en la filosofía con su inclusión de cualidades ocultas como la atracción.[147] El autor de la reseña en cuestión tiene en cuenta que Cheyne *niega* la existencia de un *principio hylarquico* como el de Henry More, el cual adopta las *fuerzas atractivas* y *repulsivas* primigenias, o las *simpatías* y *antipatías* de los escolásticos[148] (de las cuales —añade en obvia alusión

---

[144] Ibid., § 41, pp. 92 ss.
[145] Ibid., § 43, pp. 96 ss.
[146] Ibid., § 44, pp. 107 ss.
[147] Reseña de: "Philoſophical Principles of Natural Religion, &c. h.e. Philoſophica Principia Religionis *Naturalis, quæ Elementa Philoſophiæ Naturalis continent, & probationes, ad ſtabiliendam religionem naturalem inde deductas: Autore Georgio Cheynæo*," *Acta Eruditorum*, 1710: Octubre, pp. 454-64.
[148] George Cheyne, *Philoſophical Principles of Religion,* I, § 3, p. 3. Cheyne —y por ende el autor de la reseña— se refiere a la doctrina de More acerca del *Espíritu de la Naturaleza* (*Spirit of Nature*) o *Alma del Mundo* (*Soul of the World*). Para More, el *Espíritu de la Naturaleza* es, "*… A substance incorporeal, but without Sense and Animadversion, pervading the whole Matter of the Universe, and exercising a Plastical power therein according to the sundry predispositions and occasions in the parts it works upon, raising such* Phaenomena *in the World, by directing the parts of the Matter and their Motion, as cannot be resolved into mere Mechanical powers*." Henry More, *The Inmortality of the Soul, So farre forth as it is demonstrable from the Knowledge of Nature and the Light of Reason*, London, Printed by James Flesher, for William Morden Bookseller in *Cambridge*, 1662, reproducido en *Philosophical Writings of Henry More*, Flora Isabel Mackinnon (Ed.), Oxford University Press, New York, 1925, p. 169. Diversas consideraciones muestran que no se trata de una mera noción, sino de un ser real. Por ejemplo, More ofrece varios argumentos para persuadir al lector de que las solas causas corpóreas no pueden explicar la unisonancia de la cuerda de un instrumento que vibra cuando otra cuerda —incluso en otro instrumento— ha sido tocada. De allí concluye que es necesario suponer que ambas cuerdas están unidas con algún ser incorpóreo

crítica a Keill y sus seguidores— los modernos se han apoderado de nuevo).[149] No obstante, la reseña dirige sus objeciones contra varios otros aspectos de los *Philoſophical Principles of Natural Religion*. En primer lugar, en ella se rechaza el pensamiento de que la fuerza atractiva de los planetas "dependa de la tranquila omnipotencia de Dios." [150] Como hemos visto, Cheyne explicaba esta afirmación diciendo que ni el movimiento ni el reposo eran esenciales a la materia. En segundo lugar, los leibnizianos negaban que el vacío fuese necesario para que el movimiento pueda continuar y se molestaron con la reiteración de las objeciones de Gregory contra los vórtices armónicos de Leibniz. Ambas cosas aparecen en la recensión de las *Acta Eruditorum*.[151] Cheyne había escrito en los *Philoſophical Principles of Natural Religion* que la circulación del vórtice leibniziano repugnaba a la simplicidad de la naturaleza. Ahora bien, según la reseña de las *Acta Eruditorum*, un razonamiento falso lo persuadía de que los planetas no pueden moverse en un fluido ambiente, por lo cual asumía que la fuerza atractiva del sol los retiene en sus órbitas.[152] Las *Acta Eruditorum* también reprochan a

único, que tiene una unidad y actividad diferente a la materia y sin embargo tiene una *simpatía* con ella, la cual, al afectar a este ser inmaterial, lo hace afectar a la materia de la misma manera y en otro lugar. Ibid., pp. 169-71. La *atracción* del imán también tiene una afinidad con instancias de *simpatía* como la anterior. More critica la explicación cartesiana del imán, basada en el movimiento de partículas de materia que pasan a través de poros en el imán y el hierro. Para él, tanto este movimiento como la peculiar dirección y el movimiento de las partículas del fluido que constituye los vórtices cartesianos están más allá de los poderes mecánicos de la materia. A esto añade que el movimiento corpóreo de la materia, sin ninguna otra guía, jamás podría producir un sol o una estrella redondos. Ibid., p. 171. Según More, *el descenso de los cuerpos pesados también arguye a favor de la existencia del Espíritu de la Naturaleza*, ya que la gravedad no puede ser el efecto de meros poderes mecánicos. Ibid., pp. 171-2. Para una discusión histórica del origen del *Espíritu de la Naturaleza* en More, ver: A. R. Hall, *Henry More and the Scientific Revolution,* Cambridge, Cambridge University Press, 1997, pp. 128 ss.

[149] Reseña de "Philoſophical Principles of Natural Religion … ," *Acta Eruditorum*, 1710: Octubre, pp. 454-64, p. 455.

[150] Ibid., p. 456.

[151] Ibid., p. 457.

[152] "... nisi quod de suo addat, vorticem harmonice circulantem simplicitati naturae repugnare, quoniam explicatu difficilis ipsi videatur. Falsis rationibus

Cheyne por haber sostenido que si dicha fuerza es natural tiene que estar sobreañadida a la materia. Esto, nos dice quien escribe la recensión, ocurre en el *principio hylarquico* de More, rechazado, como se ha dicho, por el propio Cheyne.[153] En los *Philoſophical Principles of Natural Religion* se piensa que la fuerza atractiva no es un principio mecánico, ni se funda en el movimiento de un fluido sutilísimo, sino una fuerza que Dios asigna inmediatamente a todo. Por esto, el autor anónimo que reseña este libro acusa a Cheyne de no reconocer el sistema de la filosofía natural que ha sido hallado mediante la reflexión, y en el cual no tienen cabida postulados que no puedan encontrarse en la filosofía mecánica. Según la recensión de las *Acta Eruditorum*, la facultad atractiva impresa no constituye un postulado tan duro como la existencia de la materia, la impresión del movimiento rectilíneo y la conservación de las facultades de los agentes naturales, que son los postulados fundamentales del mecanicismo. Pero —continúa la reseña— como Cheyne no es capaz de explicar la fuerza atractiva de la tierra por medio de principios mecánicos, recurre por completo al influjo de la causa primera. Sin embargo, sigue la crítica, cuando se le objeta que la acción natural a distancia es absurda, responde que también deben admitirse muchas cosas de las cuales no tenemos ningún concepto, a saber: el pensamiento (*cogitatio*), la reflexión, la reminiscencia, la sensación, la comunicación del movimiento, la primera producción del movimiento, la acción del alma sobre el cuerpo y la acción del cuerpo en el alma. Como es sabido, desde el punto de vista de Leibniz, la razón de lo anterior reside en el principio de la armonía preestablecida. En cambio, Cheyne atribuye a Dios haber impreso una ley según la cual cada parte corpórea atrae a cualquier otra parte (en razón inversa del cuadrado de la distancia y directa de la cantidad de materia). Y aquí viene la principal objeción de

---

persuasus, Planetas a fluido ambiente moveri non posse; vi quadam atractiva Solis eosdem in orbita retineri assumit.” Ibid., p. 457.

[153] “Quam igitur materiæ ſuperadditam eſſe agnoſcit vim attractricem, eandem ipſi eſſentialem negat, turn quod nullus motus eſſentialis materiæ, tum quod in diſtans agat, ut ex vi attractrice Solis manifeſtum, tum quod intendi ac remitti poſſit, ut ex deſcenſu corporum gravium liquet. Ergo vis illa, ſi naturalis eſt, erit aliquid materiæ ſuperadditum inſtar princippii hylarchici ab Autore refutati. Ceterum vim illam attractricem non modo corporibus mundi totalibus, ſed etiam minimis materiæ moleculis attribuit.” Ibid., pp. 457-8.

los leibnizianos contra él, pues esto sería como afirmar que Dios pone leyes en la naturaleza, cuya razón no puede ser descubierta a partir de las mismas cosas de la naturaleza, es decir, como si Dios actuara contra la razón. [154] Los leibnizianos continúan su crítica del argumento cosmológico de los *Philoſophical Principles of Natural Religion* alegando que para probar la existencia de Dios no es necesario recurrir a las cualidades ocultas de los escolásticos, como la gravitación, y la reseña concluye *afirmando la debilidad de todo argumento, que* como hace Henry More en *Enchiridio Metaphysico, pretende la insuficiencia del mecanismo*.[155]

Los ataques contra John Keill y sus seguidores continuaron en la reseña de un libro del naturalista Martín Lister, aparecida en las *Acta*

---

[154] "Quodsi objicias, hanc vim non esse principium mechanicum; nec motum fluidi subtilissimi, quem una omnes Deo immediate tribuunt, mechanicum esse regerit, nec ullum hactenus excogitatum Philosophiae Naturalis sistema agnoscit, in quo non quaedam occurrant postulata, quae pro mechanicis haberi nequeunt. Impressionem facultatis attractricis non durius esse postulatum, quam existentiam materiae, impressionem motus rectilinei, & conservationem facultatum agentis naturalis. Sed has quidem positiones necesarias esse ipsa ratio docet. Inesse Telluri vim attractivam, per experientiam constare: quae cum per principia Mechanica explicari nequeat, (si ipsum sequimur) ad causae primae influxum omnino recurrendum esse. Quodsi ulterius urgeas, actionem naturalem in distans absurdam esse: multa admitti debere regerit, quórum nullum habemus conceptum, qualia sunt cogitatio, reflexio, reminiscentia, sensatio, communicatio motus & prima motus productio, actio animae in corpus & corporis in animam. Enimvero horum omnium ratio redditur ex principiis harmoniae praestabilitae. Praecipuam adeo legem a Deo corporibus latam hanc esse concludit, *ut quaelibet pars corporis uniuscujusque attrahat partem quamlibet cujuscunque alterius* (quasi Deus in natura leges ferat, quarum ratio ex natura rei reddi non possit, id est, quasi Deus praeter rationem agat) & *conditiones legis praecipuas esse, quod vis atractiva sit in ratione reciproca duplicata distantiarum, in eadem vero distantia in ratione quantitatis materiae:* (sed haec conditio magis rationi consentanea est quam lex ipsa)." Ibid., p. 458.

[155] "Enimvero ad probandam existentian Dei non opus est, ut ad qualitatem occultam scholasticorum, qualis est Autoris gravitas, recurramus. Et infirmum omnino argumentum, quod exemplo *Mori* in Enchiridio Metaphysico ab insufficientia Mechanismi petitur, ut jam abaliis satis superque ostensum." Ibid., pp. 459-60.

Eruditorum de mayo de 1711.[156] En ella se elogiaba a Lister por no haber introducido en la fisiología las especulaciones de James Keill. De acuerdo con los leibnizianos, estas especulaciones no pueden defenderse recurriendo a la autoridad de Newton, como pretenden los newtonianos,[157] ya que cuando éste escribió acerca de las fuerzas atractivas en la *Óptica*, no quiso decir que fuesen primarias, es decir: cualidades ocultas, sino que se admitan en los fenómenos del modo como se admiten la gravedad y las virtudes magnéticas o eléctricas.[158] Y para reforzar este punto de vista, el autor de la reseña cita un pasaje de la *Quaestio* 23 de la edición latina de la *Óptica* de 1706, que después apareció como *Query* 31 a partir de la segunda edición inglesa de 1717 (citamos del texto en ingles): "How these Attractions may be perform'd, I do not here consider. What I call Attraction may be perform'd by impulse, or by some other means unknown to me. I use that Word here to signify only in general any Force by which Bodies tend towards one another, whatsoever be the cause. For we must learn from the Phænomena of Nature what Bodies attract one another, and what are the Laws and Properties of the Attraction, before we enquire the Cause by which the Attraction is perform'd."[159]

En sus reseñas de las obras de los newtonianos aparecidas en las *Acta Eruditorum*, los leibnizianos intentaron probar que la filosofía natural de los primeros era un regreso a las cualidades ocultas de la escolástica y, por lo tanto, un retroceso en la física. Estas reseñas distinguen entre Keill, Freind o Cheyne —por un lado— y Newton —por el otro—, e intentan mostrar que las tesis de los primeros son cuestionables y extravagantes, no así las del propio Newton.[160] Para este

---

[156] "*Martini Lister, e Medicis Domeſticis Sereniſſimæ Majeſtatis Reginæ Annæ, Diſſertatio de Humoribus*," *Acta Eruditorum*, 1711: mayo, pp. 216-22.
[157] Ver § 2.
[158] "*Martini Lister … Diſſertatio de Humoribus*," *Acta Eruditorum*, pp. 221-2.
[159] Isaac Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ª Edición, London, 1730, p. 376. Examinaremos el punto de vista de la *Óptica* en torno a la atracción en los §§ 10 y 13.
[160] "Prælectiones Chymicæ: In quibus omnes fere operatones Chymicæ ad vera principia & ipſius Naturæ leges rediguntur, Oxonii habitæ a Johanne Freind,

momento, las discrepancias entre leibnizianos y newtonianos en torno a la atracción, el vacío y el cálculo se han vinculado de varias maneras. En primer lugar, temáticamente, en tanto las tesis de unos y otros forman parte de doctrinas sobre la naturaleza opuestas científica y metafísicamente. Esto incluye sus respectivos puntos de vista acerca del cálculo.[161] En segundo lugar, las mencionadas discrepancias también han cobrado una dimensión emocional, que dará lugar a un círculo vicioso. Por un lado, las reseñas de las *Acta Eruditorum* ridiculizaron a Keill y sus seguidores, mostrándolos como incompetentes; por el otro, la acusación de haber plagiado el cálculo, dirigida por Keill contra Leibniz,[162] habría de enturbiar aún más el lado emocional de las

---

M.D. Ædis Christi Alumno," *Acta Eruditorum*, 1710: Septiembre, pp. 412-16, pp. 412-13; "Philoſophical Principles of Natural Religion, &c. h.e. Philoſophica Principia Religionis *Naturalis, quæ Elementa Philoſophiæ Naturalis continent, & probationes, ad ſtabiliendam religionem naturalem inde deductas: Autore Georgio Cheynæo*," *Acta Eruditorum*, 1710: Octubre, pp. 454-64, pp. 455-9; "*Martini Lister, e Medicis Domeſticis Sereniſſimæ Majeſtatis Reginæ Annæ, Diſſertatio de Humoribus*," *Acta Eruditorum*, 1711: mayo, pp. 216-22, p. 221. Compartimos el punto de vista de A. Rupert Hall, *Philosophers at War. The Quarrel Between Newton and Leibniz*, Cambridge, 1980, p. 163.

[161] No forma parte del propósito de este trabajo discutir la conexión de la disputa del cálculo con las disputas en torno a la filosofía natural. Remitimos al lector interesado en este tema al libro de A. Rupert Hall, *Philosophers at War*, pp. 146-67; y al Vol. 5 de la Correspondencia de Newton, Isaac Newton, *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull et al., 7 Vols., Cambridge, Cambridge University Press, 1959-1977, Vol. 5., 1709-1713, A. Rupert Hall y Laura Tillin (Eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 1975, en particular la introducción, pp. xxi ss, ver también pp. 115-17. Para una discusión interesante de la relación entre la disputa acerca del cálculo y la confrontación entre el punto de vista leibniziano, partidario del *plenum*, y la doctrina newtoniana de un universo donde el vacío predomina y la cantidad de materia es muy poca, ver Arnold Thacray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*, Harvard University Press, Cambridge, 1970, pp. 53 ss.

[162] John Keill, "Jo. Keill ex Aede Christi Oxoniensis, A. M. Epistola ad Clarissimum Virum Edmundum Halleium Geometriae Professorum Savilianum, de Legibus Virium Centripetarum," 1708, *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 26 (1708-1709), pp. 174-188, p. 185. Si bien este artículo está en las *Philosophical Transactions* de 1708, las mismas aparecieron en 1710. Existe la tentación de pensar que las críticas de los leibnizianos a la doctrina de las fuerzas atractivas motivaron, o al menos fueron un incentivo de esta acusación, aunque no es posible saberlo con certeza, ya que se desconoce qué conocimiento

discusiones, transformándolas en una cuestión de honor y dignidad, que no solo involucró a personas, sino al orgullo nacional de británicos y alemanes. Como consecuencia de ello, no hubo un análisis objetivo de esta controversia sino hasta el siglo pasado.[163] En tercer lugar, ahora el enfrentamiento es directo entre Leibniz y Newton. Este último estuvo al tanto de las disputas y de su desarrollo desde el comienzo y fue exitosamente inducido por Keill —y probablemente otros de su entorno— a querellarse con Leibniz; la correspondencia entre los newtonianos indica esto.[164]

---

tenía Keill de las críticas de las *Acta Eruditorum* al momento de atacar a Leibniz. En todo caso, en 1710 la disputa filosófica se unió con la disputa acerca del cálculo. Sobre esto, ver A Rupert Hall, *Philosophers at War*, p. 145 y pp. 163-4.

[163] La perspectiva británica acerca de Leibniz y sus seguidores es sesgada hasta el siglo XIX, al punto de que basta una primera lectura de historiadores como Sir David Brewster, *Memoirs of the Life, Writings, and Discoveries of Sir Isaac Newton*, 2 Vols., Johnson Reprint Corporation, New York, 1965, Reimpresión de la edición de Edimburgo de 1855, para darse cuenta de ello. A nuestro modo de ver, incluso en el siglo XX, subsiste una tendencia subjetiva favorable a sus conciudadanos por parte de los historiadores de estas disputas, fundamentalmente británicos.

[164] Por ejemplo: *i*- La carta de Keill a Newton a la cual nos referimos al final del § 3: “I have here sent you the Acta Lipsiae where there is an account given of your book, I desire you will read from pag 39 at these words. ceterum autor non attingit focus vel umbilicos curvarum &c to the end. … I wish you would take the pains to read that part of their supplements wherein they give an account of Dr Freinds Book and from thence you may gather how unfairly they deal with you, but really these things are trifles that are not worth your while since you can spend your time to much better purpose than minding any thing such men can say, however if you would look upon them so far as to let me have your sentiments on that matter you will much oblige.” Carta de John Keill a Newton, 3 de abril de 1711, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 5, p. 115. Con palabras como estas, Keill logró involucrar a Newton en contra de Leibniz. *ii*- La carta de Jones a Roger Cotes, informándole los ataques de los leibnizianos y la respuesta de Keill y otros: “... I have nothing of news to send you; only the Germans and French have in a violent manner attack’d the Philosophy of Sr. Is: Newton, and seem resolv’d to stand by Cartes; Mr Keil, as a person concern’d, has undertaken to answere & defend some things, as Dr Freind , & Dr Mead, does (in their way) the rest: I wou’d have sent you ye whole Controversy, was not I sure that you know, those only are most capable of objecting against his writings, that least understand them; however, in a little time, you’ll see some of these in ye *Philos. Transact*.” Carta de Jones a Cotes, 25 de octubre de 1711,

§ 5 Los *Mathematical Elements of Physicks prov'd by Experiments* de 'sGravesande

En este parágrafo nos referiremos brevemente al manual del holandés Willem Jacob s'Gravesande, aparecido en 1720, el cual evidencia, una vez más, el influjo de John Keill, quien además fue uno de sus traductores al inglés.[165] La primera parte de este libro trata acerca del cuerpo en general y sigue parcialmente a la *Introductio ad Veram Physicam*. Solamente su primer capítulo aborda un tema algo diferente, en tanto se ocupa del ámbito y propósito de la física, pero exponiendo las reglas del filosofar del propio Newton, en vez de las de Keill. Los capítulos que siguen versan sobre el cuerpo en general (capítulo 2), la extensión, la solidez y el vacío (capítulo 3), acerca de la divisibilidad *in infintitum* del cuerpo y la sutileza de sus partes (capítulo 4), así como sobre la cohesión, dureza, suavidad, fluidez y elasticidad (capítulo 5). Todo esto siguiendo el modelo de la *Introductio ad Veram Physicam* y la *Epistola … In qua Leges Attractionis* de Keill. Así, por ejemplo, 'sGravesande está bajo la influencia de Keill cuando examina la divisibilidad *in infinitum* de la materia y la sutileza de sus partes, pues

---

The Correspondence of Isaac Newton, Vol. 5, p. 203. Por cierto, cuando Cotes responde a Jones, después de descalificar a los cartesianos también se burla de un opositor británico de la filosofía natural newtoniana: "… The Controversy concerning Sr Isaac's Philosophy is a piece of News that I had not heard of unless Muys's Elementa Physices be meant. I think that Philosophy needs no defence, especially when tis attack't by Cartesians. One Mr Green a Fellow of Clare-Hall in our University seemes to have nearly the same design with those German & French Objectors whom you mention. His book is now in our Press & is almost finished. I am told he will add an Appendix in which he undertakes also to square the Circle. *Ex pede Herculem*, I need not recommend his Performance any further to You." Cotes a Jones, 11 de noviembre de 1711, Ibid., p. 204. *iii*- De nuevo Jones: "I receiv'd yours of the 11th. Instant… The Objections of ye writers of the Leipsic Trasnsactions, against the Philosophy introduced in Dr. Freind 's Chimical Lectures, together with his answere, as also those of Wolfius, and of Mr. Saurin of the Fr. Academy, against ye same Philosophy, with an answere by Mr. Keil, are now in the Press here, and nearly finish'd, I shall not be wanting to send them to you. I am concern'd to find, by Sr. Isaac, that his Book does not go forward, it is a great grievance to be so long depriv'd of it…" Jones a Cotes, 15 de noviembre de 1711, Ibid., pp. 204-5.

[165] El otro traductor fue J. T. Desaguliers .

afirma que, siendo extenso, el cuerpo es también divisible, como la extensión.[166] En consecuencia, el cuerpo es divisible *in infinitum,*[167] y 'sGravesande también propone una prueba geométrica de dicha divisibilidad, aunque diferente a la de Keill. Posteriormente, y al igual que en la *Introductio ad Veram Physicam,* este autor examina las objeciones de los indivisibilistas,[168] siguiendo de cerca el análisis de Keill.[169]

'sGravesande explica la cohesión por medio de la fuerza atractiva que —como otros seguidores de Keill— atribuye a todas las partículas corpóreas,[170] aunque reconoce que la atracción también se pudiera explicar a partir de impulsos.[171] Este autor se apoya parcialmente en los teoremas de la *Epistola … In qua Leges Attractionis*, pero introduce una repulsión. De acuerdo con los *Mathematical Elements of Physicks prov'd by Experiments*, la fuerza de las partículas materiales es atractiva —dotada con las propiedades atribuidas a ella por Keill (ver § 2)— y a

---

[166] W^{m}. James 'sGravesande, *Mathematical Elements of Physicks, Prov'd by Experiments: Being an Introduction to Sir Isaac Newton's Philosophy*, traducción de John Keill, London, G. Strahan, 1720, Chap. IV, Of the Divisibility of Matter in infinitum, and the Subtility of its Parts, p. 10.
[167] Ibid., p. 10.
[168] *Mathematical Elements of Physicks*, p. 11.
[169] "The principal Objections [de los indivisibilistas] are, that an Infinite cannot be contain'd in a Finite: That if follows from a Divisibility *in infinitum*, all Bodies are equal; or that one Infinite is greater that another Infinite. But these are easily answer'd: The Properties of finite and determinate Quantity are attributed to infinite. Who ever prov'd, there cannot be an infinite Number of infinitely small Parts in a finite Quantity; or, that all Infinites are equal? The contrary is prov'd on innumerable Occasions by the Mathematicians. There are also other Objections which suppose there is an actual Division of a Body into Parts, infinite in Number, and separate from each other. We do neither conceive nor defend such a Division; yet have demonstrated a Body, however small, may be still divided; and this, we think, is justly term'd Division *in infinitum*; for what hath no Bounds, is call'd Infinite." Ibid., pp. 11-12. Hemos estudiado *in extenso* los puntos de vista de Keill acerca de la divisibilidad *in infinitum* de los cuerpos en el capítulo 2 del primer volumen de esta investigación.
[170] "Cohæsion hath this particular Law, that *all Particles have an attractive Force*." Ibid., p. 15.
[171] "By the Word Attraction I understand any Force by which two Bodies tend towards each other; tho' that, perhaps, be done by Impulse." Ibid., p. 15.

cierta distancia se transforma en una fuerza repulsiva.[172] Con la ayuda de la ley de dicha fuerza, "probada por innumerables experimentos químicos", se pueden explicar muchos fenómenos, de acuerdo con 'sGravesande.[173] Como cabía esperar a partir del título de este manual, en el mismo se describe una plétora de experimentos que comprobarían ley en cuestión.[174] Todo esto proviene de la segunda edición de la *Óptica* de Newton.[175] Es importante observar que el pensamiento de que la materia posee fuerzas atractivas y repulsivas reaparecerá más tarde en las obras de Boscovich y Kant.[176]

Además de la cohesión, en el manual de 'sGravesande se aclaran otras propiedades de los cuerpos a partir de la mutua atracción de sus partes. Entre ellas está, por ejemplo, la elasticidad, definida como aquella propiedad por la cual los cuerpos regresan a su figura, si esta es cambiada por alguna fuerza.[177] Sin embargo, la elasticidad del aire se comprende a partir de la fuerza repulsiva, lo cual no estaba en Keill.[178] Finalmente, 'sGravesande responde a la acusación de haber regresado a las cualidades ocultas, y lo hace en el estilo de Newton (*Óptica*) y Keill: "And lest any one should think, because we do not assign the Cause of the above mention'd attracting and repelling Forces, that they too are to be reckon'd among the Occult Qualities: We shall say, with the great

---

[172] "That *Attraction* is subject to to these Laws, *that in the very point of Contact of the Particles it should be very great, and should suddenly decrease; so that at the least Distance that can be perceived by the Senses, it should act no more; nay, at a greater Distance should change itself into* a repelling Force, *by which the Particles mutually fly off from one another*." Ibid., p. 16.
[173] Ibid., p. 16.
[174] Ibid., pp. 16 ss.
[175] *Opticks*, Qu. 31, pp. 387-8, 395.
[176] Roger Joseph Boscovich, *A Theory of Natural Philosophy*, The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1966. Edición Inglesa de la primera edición de Venecia, 1763; Inmanuel Kant, Inmanuel Kant, *Methaphysicae cum geometria iunctae usus in philosophia naturali, cuius specimen i. continet monadologiam physicam*, en Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden*, Wilhelm Weischedel Ed., Wissenschafliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1983, Vol. 1, pp. 511-563. Examinaremos las ideas de Kant en las conclusiones (§ 19).
[177] Ibid., pp. 23-4.
[178] "[…] that Property of Air, which is call'd its Elasticity, procedes form that Force, by which its Parts mutually repel each other." Ibid., p. 24.

Newton, we do not consider those Principles, as Occult Qualities, which are imagin'd to arise from the specifick Forms of Things; but as the universal Laws of Nature, by which Things themselves are form'd; for the Phaenomena of Nature shew us, that such Principles do really exist, tho' no one hath explain'd yet what are the Causes of them. To affirm, that every particular Species of Things is endued with *Occult Qualities*, by which they have a certain Force in Acting; this, indeed, is saying nothing to the purpose. But to derive two or three general Principles of Motion from the Phænomena of Nature, and then explain how the Properties and Actions of all Things follow from those Principles; this would be to make a great progress in Philosophy, although the Causes of those Principles are not known."[179]

[179] Ibid., pp. 24-5. La última oración está tomada textualmente de la *Óptica* de Newton. *Opticks*, Query 31 (Questio 23 de la edición latina de 1706), pp. 401-2.

CAPÍTULO II

LAS FUERZAS ATRACTIVAS EN LA FILOSOFÍA NATURAL DE NEWTON

§ 6. Las primeras especulaciones de Newton acerca de la naturaleza de la gravedad

Como es sabido, Newton diferenció las hipótesis de las leyes de la naturaleza formuladas matemáticamente y comprobadas por observaciones. De acuerdo con él, la verdad de estas últimas es firme e independiente de la verdad o falsedad de las hipótesis, las cuales, en cambio, no pueden ser corroboradas experimentalmente, carecen de certeza —por su carácter especulativo— y no son sino —en mayor o menor grado— probables. No obstante, Newton propuso hipótesis cuando estas ayudaban a la comprensión de las leyes de los fenómenos y también cuando las circunstancias lo llevaron a elaborarlas. Así pues, encontramos especulaciones sobre las causas primeras de la luz y la gravedad en su correspondencia con interlocutores de formación filosófica, quienes, bajo el influjo de la tradición, consideraban necesaria la investigación de los primeros fundamentos de los fenómenos e incluso pensaban que esta indagación era el fin último del conocimiento de la naturaleza. La presión resultante de las críticas a la atracción de Leibniz y sus seguidores también lo condujo a concebir hipótesis y el propio Newton tuvo un interés en ellas, si bien siempre secundario a la investigación de las leyes de los fenómenos.

En relación con la naturaleza de la gravitación, Newton no mantuvo una posición única. Habría que decir, más bien, que sus puntos

de vista se movieron entre varios enfoques. Ciertamente, evitó proponer una explicación de la fuerza de gravedad en los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Por otra parte, tanto en su correspondencia como en la *Óptica* se encuentran especulaciones que intentan dar cuenta mecánicamente de los fenómenos producidos por la gravedad, con base en un éter, aunque no llegó a encontrar una forma satisfactoria de probarlo [1] y se conservan textos en los cuales se muestra a la gravedad como fundada en Dios y su acción sobre el mundo.

Una carta escrita a Henry Oldenburg [2] el 7 de diciembre de 1675, contiene una hipótesis para explicar las propiedades de la luz por medio de un éter.[3] Newton introduce esta especulación con la finalidad de ilustrar sus descubrimientos sobre la naturaleza de la luz y los colores, teniendo como objetivo facilitar a otros su comprensión, más no porque piense que sus hallazgos requieran de una hipótesis que los explique. A él no le interesa si las propiedades que ha descubierto en la luz pueden ser aclaradas por esta u otra hipótesis y no quiere entrar en controversias a este respecto. Por ello, advierte a su corresponsal que hay que evitar confundir la hipótesis que va a presentarle con la exposición de sus resultados acerca de las propiedades de la luz, pues la certeza de las especulaciones acerca de la causa de las propiedades de la luz es hipotética, no así la de las propiedades descubiertas.[4]

---

[1] Sobre esto, ver, por ejemplo: Mary B. Hesse, *Forces and Fields. The Concept of Action at a Distance in the History of Physics, Greenwood Press Publishers, Westport, Connecticut,* 1962, reimpreso en 1970, pp. 151-153.

[2] Oldenburg (1615-1677) era, a la sazón, el Secretario de la *Real Sociedad*.

[3] Carta de Newton a Oldenburg, 7 de diciembre de 1675, *An Hypothesis explaining the Properties of Light discoursed of in my severall Papers*, *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull et al., 7 vols, Cambridge, Cambridge University Press, 1959 –1977, Vol. 1, ed. H. W. Turnbull, Cambridge, Cambridge University Press, 1959, pp.362-92.

[4] "Were I to assume an Hypothesis it should be this if propounded more generally, So as not to determin what Light is, farther then that it is something or other capable of exciting vibrations in the aether for thus it will become so generall & comprehensive of other Hypotheses as to leave little room for new ones to be invented. And therefore because I have observed the heads of some great virtuoso's to run much upon Hypotheses, as if my discourses wanted an Hypothesis to explain them by, & found, that some when I could not make them

Veamos la hipótesis en cuestión, cabe señalar que la misma es presentada de pasada en la carta aludida[5]: Newton supone que existe un medio etéreo constituido de manera similar que el aire, pero mucho más raro, sutil y elástico.[6] Él piensa que la atracción eléctrica puede explicarse por medio de este éter y que la gravedad terrestre puede ser causada por la continua condensación de un espíritu etéreo.[7] Debido a su gran tamaño, la tierra —que estaría en perpetua actividad en todas sus partes, hasta el centro— podría condensar continuamente tanto de este espíritu como para causar que el mismo descienda con gran celeridad, en busca de abastecimiento. En su descenso, dicho espíritu podría arrastrar consigo a los cuerpos que penetra con una fuerza proporcional a las superficies de todas las partes sobre las cuales actúa (a mayor superficie del cuerpo este es arrastrado con más fuerza).[8] Debido a la condensación

---

take my meaning, when I spake of the nature of light & colours abstractedly, have readily apprehended it when I illustrated my Discourse by an Hypothesis, nor thinking it necessary to concerne my selfe whether the properties of Light, discovered by me, be explained by this or Mr Hook's or any other Hypothesis capable of explaining them; yet while I am describing this, I shall sometimes to avoyde Circumlocution & so represent it more conveniently speak of it as I assumed it & propounded it to be believed. This I thought fitt to Expresse, that no man may confound this with my other discourses, or measure the certainty of one by the other, or think me obliged to answer objections against this script. For I desire to decline being involved in such troublesome & insignificant Disputes." Ibid., pp. 363-4.

[5] Ibid.

[6] Ibid., p. 364.

[7] En el siglo XVII, la palabra "espíritu" significaba un principio o substancia que es activa, elusiva, impalpable, fugitiva y misteriosa. Los químicos llamaban espíritu a un fluido volátil, por ejemplo, el alcohol. Este es el sentido que tiene aquí la palabra "espíritu", usada para referirse a un fluido muy tenue y sutilísimo. La palabra en cuestión también se empleaba para referirse al alma, a los espíritus natural, vital y animal que gobiernan las facultades mentales y físicas de los hombres, al espíritu santo, a las apariciones supernaturales o fantasmas, en las cuales el espíritu humano está separado del cuerpo. Otro empleo interesante de esta palabra lo encontramos en el llamado *Espíritu de la Naturaleza* o *Alma del Mundo*, que desempeñó un papel importante en la filosofía natural de Henry More. Ver A. Rupert Hall, *Henry More and the Scientific Revolution*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997, p. 128.

[8] Newton a Oldenburg, 7 de diciembre de 1675, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 1, p. 365. "[…] so may the gravitating attraction of the Earth be caused by the continuall condensation of some other such like aethereall Spirit

del mismo, producida por la tierra, el espíritu propuesto por Newton es más denso abajo que arriba. Las partes superiores, más ligeras, descienden en busca de una mayor cantidad de este espíritu, que se encuentra abajo. Después, la naturaleza pone a circular la materia que ha bajado, y lo hace por medio del lento ascenso de materia proveniente de las entrañas de la tierra, que, en forma de aire, constituye la atmósfera. Esta materia es continuamente conducida hacia arriba por el nuevo aire, por las exhalaciones y por los vapores que se elevan debajo de ella, atenuándose en este proceso cada vez más, hasta transformarse en un éter sutilísimo, que es el espíritu etéreo que constituye el punto de partida de un nuevo ciclo.[9]

A la base de esta explicación de la gravedad se encuentra una *concepción de la naturaleza como trabajo circulatorio perpetuo*, que genera unas cosas a partir de otras —p. ej.: fluidos a partir de sólidos y sólidos a partir de fluidos, o lo grueso a partir de lo sutil y viceversa—, hace ascender unas cosas para constituir los ríos y la atmósfera y causa el descenso de otras como compensación.[10] La gravitación entre el sol y los planetas también puede ser explicada de esta manera: El sol absorbe el espíritu etéreo para conservar su brillo y evitar que los planetas se alejen de él.[11]

En 1679, Newton elaboró otra especulación mecánica acerca de la gravedad, la cual también aparece de manera casual, en una carta dirigida a Robert Boyle.[12] Según su propio relato, esta explicación se le ocurrió

[…] the vast body of the Earth, wch may be every where to the very center in perpetuall working, may continually condense so much of this Spirit as to cause it from above to descend with great celerity for a supply. In wch descent it may beare downe with it the bodyes it pervades with force proportionall to the superficies of all their parts it acts upon […]" ibid., pp. 365-6.

[9] Ibid., p. 366.

[10] Ibid.

[11] "And as the Earth, so perhaps may the Sun imbibe this Spirit copiously to conserve his Shining, & keep the Planets from recedeing further from him." Ibid.

[12] Carta de Newton a Boyle, 28 de febrero de 1678/9, *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull et al., 7 vols, Cambridge, Cambridge University Press, 1959 –1977, Vol. 2, ed. H. W. Turnbull, Cambridge, Cambridge Univerity Press, 1960, pp.288-96, p. 295. Esta carta fue publicada en las obras de Boyle en 1744 [ver: John F. Fulton, "A bibliography of the

mientras escribía la susodicha carta.[13] Se trata de una suerte de teoría hidrostática que, de nuevo, depende de variaciones en la densidad del éter. Newton supone que el éter consta de partes cuyos grados de sutileza varían indefinidamente y adicionalmente conjetura que dichas partes están distribuidas de manera tal que en los poros de los cuerpos hay menos partes de éter denso que de éter sutil, mientras que en los espacios abiertos la proporción de partes de éter denso respecto de las partes de éter sutil es mayor. Como consecuencia de esto, en la masa terrestre hay mucho menos éter denso, en comparación con el éter fino, que en el aire. Además, el éter más grueso que está en el aire actúa sobre la parte superior de la tierra, mientras que el éter más delgado que está en la tierra afecta las regiones más bajas del aire, de manera que desde el tope del aire hacia el centro de la tierra el éter se hace cada vez más y más delgado. Como —de acuerdo con esta hipótesis— el éter es más denso en los poros que están arriba que en los poros que están en la parte baja de cualquier cuerpo, el éter más denso, siendo menos apto para estar en esos poros que el éter sutil, tenderá a salir y dejar el espacio al éter más delgado que está abajo, lo cual únicamente puede ocurrir si los cuerpos descienden de manera que abran un espacio arriba que el éter desalojado pueda ocupar. Newton ofrece a Boyle esta explicación tan solo como una conjetura, que puede tener un grado de probabilidad, aclarándole que especular sobre la causa de la gravedad no es algo hacia lo cual se siente

---

Honourable Robert Boyle, Fellow of the Royal Society," *Oxford Bibliog. Soc. Proc. And Papers* 3, 1-172, 339-365 (1932), ver también: I. B. Cohen, *Franklin and Newton, an inquiry into speculative Newtonian experimental science and Franklin's work in electricity as an example thereof*, American Philosophical Society, Philadelphia, 1956; ambos citados por I. B. Cohen (Ed.), *Isaac Newton's Papers & Letters On Natural Philosophy and related documents*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1958, Introducción, p. 5, nota] y reimpresa en 1772; también fue publicada de manera separada en 1745. Extensamente estudiada a mitad del siglo XVIII, la carta de Newton a Boyle tuvo una gran influencia sobre químicos y físicos de esa época. I. B. Cohen (Ed.), *Isaac Newton's Papers & Letters On Natural Philosophy and related documents*, introducción, p. 6.

[13] "I shall set down one conjecture more which came into my mind now as I was writing this letter. It is about ye cause of gravity." Newton a Boyle, 28 de febrero de 1678/9, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 2, p. 295.

inclinado.[14] Hay que decir que, a pesar de carecer de inclinación hacia ello, ésta no fue la última especulación mecánica acerca de la gravedad elaborada por Newton.

§ 7. La atracción en la primera edición de los *Principia Mathematica* (1687)

En los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* ya no encontramos una aclaración de la gravedad por medio de un éter. En esta obra, Newton demuestra los fenómenos de la gravitación, fundando su prueba en una consideración matemática de la atracción, que es independiente respecto de lo que realmente existe en la naturaleza, razón por la cual puede dejar de producir hipótesis acerca del fundamento de la atracción.

Cuando define la "magnitud motriz de la fuerza centrípeta," Newton se niega a especular sobre la causa de estas fuerzas, ya que lo

---

[14] "For this end I will suppose aether to consist of parts differing from one another in subtilty by indefinite degrees: That in ye pores of bodies there is less of ye grosser aether in proportion to ye finer then in open spaces, & consequently that in ye great body of ye earth there is much less of ye grosser aether in proportion to ye finer then in ye regions of ye air: & that yet ye grosser aether in ye Air affects ye upper regions of ye earth & ye finer aether in ye earth ye lower regions of ye air, in such a manner yt from ye top of ye air to ye earth & again from ye surface of ye earth to ye center thereof the aether is insensibly finer & finer. Imagin now any body suspended in ye air or lying on ye earth: & ye aether being by the Hypothesis grosser in ye pores wch are in ye upper parts of ye body then in those wch are in its lower parts, & that grosser aether being less apt to be lodged in those pores then ye finer aether below, it will endavour to get out & give way to ye finer aether below, wch cannot be without ye bodies descending to make room above for it to go out into. From this supposed gradual subtilty of ye parts of aether some things above might be further illustrated & made more intelligible, but by what has been said you will easily discern whether in these conjectures there be any degree of probability, wch is all I aim at. For my own part I have so little fancy to things of this nature that had not your encouragement moved me to it, I should never I think have thus far set pen to paper about them. Wht's amiss therefore I hope you will ye more easily pardon in." Ibid.

único que le interesa es dar una noción matemática de las mismas.[15] La consideración matemática de una entidad atiende únicamente a sus propiedades matemáticas, que son aquellas que dependen de su magnitud y relaciones espaciales; dicha consideración no se ocupa de otras propiedades o determinaciones de la entidad, como serían su existencia —o tipo de existencia—, causa, o cualidades no inmediatamente relacionadas con la cantidad, como colores o sabores. Tampoco se ocupa de la explicación de la entidad en cuestión. Si una fuerza es considerada matemáticamente, en la misma se toman en cuenta solamente propiedades como su magnitud y dirección, así como sus relaciones con otras entidades susceptibles de tratamiento matemático, por ejemplo: la masa inercial o la aceleración, sin tener en cuenta si la fuerza existe o no realmente, cual es el modo de su existencia, menos aún su causa o explicación. Esto es sumamente importante, ya que, en tanto considera a las fuerzas matemática y no físicamente, Newton puede emplear indiferentemente términos como “atracción,” “impulso” y “tendencia de cualquier tipo a un centro.” Si estos conceptos se consideraran físicamente habría que atenerse a lo que realmente está dado, mientras que, al considerarlos matemáticamente, se puede componer las fuerzas y obtener resultantes, que si bien no necesariamente son entidades reales,

[15] “These quantities of forces, we may, for the sake of brevity, call by the names of motive, accelerative, and absolute forces; and, for the sake of distinction, consider them with respect to the bodies that tend to the centre, to the places of those bodies, and to the centre of force towards which they tend; that is to say, I refer the motive force to the body as an endeavor and propensity of the whole towards a centre, arising form the propensities of the several parts taken together; the accelerative force to the place of the body, as a certain power diffused from the centre to all places around to move the bodies that are in them; and the absolute force to the centre, as endued with some cause, without which those motive forces would not be propagated through the spaces round about; whether that cause be some central body (such as is the magnet in the centre of the magnetic force, or the earth in the centre of the gravitating force), or anything else that does not yet appear. For I here design only to give a mathematical notion of those forces, without considering their physical causes and seats.” Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934, Definición VIII, p. 5.

permiten demostrar (matemáticamente) los fenómenos. [16] La matematización de estas nociones [17] hace posible, por ejemplo, determinar un centro desde el cual se puede considerar que se propaga una fuerza, lo cual facilita a su vez explicar fenómenos concretos, como la fuerza ejercida por el sol sobre un planeta, aún cuando tales centros no existen realmente y sólo son puntos matemáticos.[18]

En la sección XI del libro I de los *Principia Mathematica*, Newton discute el movimiento de los cuerpos que se mueven bajo el efecto de fuerzas que tienden a un centro (fuerzas centrípetas), su descripción más adecuada, pues bajo el efecto de estas fuerzas los cuerpos tienden a acercarse unos a otros. Decir que son atracciones es una interpretación que va más allá de lo observable, pues no se sabe si los cuerpos realmente se mueven bajo el efecto de fuerzas atractivas o son movidos por otra causa, como el impulso. Newton sabe muy bien que la ortodoxia cartesiana rechaza las atracciones, pues sólo admite impulsos y —en la introducción a esta sección— él mismo no parece pensar que las fuerzas centrípetas sean atracciones, sino que posiblemente estén fundadas en impulsos. En todo caso, la naturaleza de dichas fuerzas permanece problemática.[19] Sin embargo, no es necesario resolver esta dificultad y,

---

[16] De allí que la obra verse acerca de los principios matemáticos de la filosofía natural (física).

[17] Es decir: su expresión en términos de relaciones entre conceptos de carácter cuantitativo, que a la vez permite la demostración de consecuencias determinadas cuantitativamente.

[18] "I likewise call attractions and impulses, in the same sense, accelerative, and motive; and use the words attraction, impulse, or propensity of any sort towards a centre, promiscuously, and indifferently, one for another; considering those forces not physically, but mathematically: wherefore the reader is not to imagine that by those words I anywhere take upon me to define the kind, or the manner of any action, the causes or the physical reason thereof, or that I attribute forces, in a true and physical sense, to certain centers (which are only mathematical points); when at any time I happen to speak of centers as attracting, or as endued with attractive powers." *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Def. VIII, pp. 5-6. Puntos matemáticos son aquellos en los cuales no puede concebirse ninguna parte. Los puntos matemáticos no son partes mínimas o constitutivas de la extensión, abstracta o real, sino límites. Estos puntos no tienen existencia física.

[19] "I shall therefore at present go on to treat of the motion of bodies attracting each other; considering the centripetal forces as attractions; though perhaps in a

mas bien, hay que dejar a un lado las disputas acerca de la naturaleza física de las fuerzas centrípetas, porque *considerarlas como atracciones simplifica las cosas*, en tanto permite la comprensión del lector matemático, con lo cual Newton quiere decir que *facilita el análisis matemático de los fenómenos resultantes de dichas fuerzas*. En cambio, *buscar su explicación a partir de impulsos dificulta el tratamiento matemático de los movimientos de los cuerpos bajo el efecto de dichas fuerzas*.

§ 8. La reacción inicial frente a la atracción newtoniana: Huygens y Leibniz

La posición de los *Principia Mathematica* es mucho más refinada que el punto de vista que estudiamos en los trabajos de Keill, Freind y Cheyne. La consideración matemática de las fuerzas permite a Newton emplear el término “atracción”, mientras que la consideración física de este concepto, empleada por Keill y la mayoría de los newtonianos, es problemática, ya que no se puede asegurar que las atracciones sean reales, como piensan ellos, en tanto no son algo que muestre la experiencia.

De todos modos, la noción de una atracción, que conquistó a muchos británicos, desde un comienzo encontró oposición en Christian Huygens y Leibniz. Ambos reaccionaron contra el uso del término atracción por parte de Newton, aún cuando el mismo estuviera fundado en una consideración meramente matemática de esta fuerza. De acuerdo con ellos, si bien daba una buena descripción de los movimientos de los planetas y la caída de los graves, la ley matemática de la gravitación *no proporcionaba la verdadera explicación de este fenómeno*, en tanto *no mostraba lo que realmente existía en la naturaleza*, además de que se

---

physical strictness they may more truly be called impulses. But these Propositions are to be considered as purely mathematical; and therefore, laying aside all physical considerations, I make use of a familiar way of speaking, to make myself the more easily understood by a mathematical reader.” *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Libro I, Sección XI, p. 164.

corría el riesgo de tomar la explicación matemática por la explicación real —como después hicieron Keill y sus seguidores—.

Para Huygens, la razón de la ley de gravedad ha de ser encontrada, ya que la atracción no puede ser reducida a principios mecánicos y tampoco es posible considerarla como una cualidad inherente a la materia. En junio de 1687, el matemático suizo Fatio de Duillier [20] escribió a Huygens informándole la pronta aparición de los *Principia Mathematica* de Newton y el impacto esperado de este libro sobre la física; a saber, transformarla con su tratamiento de la mecánica celeste, del movimiento circular en un medio líquido, del peso y de la fuerza de gravedad.[21] Sin embargo, Fatio, quien en este momento no parece estar convencido por la fuerza de atracción, piensa que Newton ha debido consultar a Huygens y así lo comunica a este último.[22] La respuesta de Huygens, fechada en julio de 1687, claramente muestra que está prevenido en contra del supuesto de la atracción, aunque no objeta a la

---

[20] Nicolas Fatio de Duillier (1664-1753), quien había conocido a Huygens en 1686, llegó a Inglaterra en 1687 y fue admitido en la Real Sociedad en 1688. Fue amigo de Newton y David Gregory.

[21] "... Quelques uns de ces Messieurs qui la composent son extremement prévenus en faveur d'un livre de Monsieur Newton qui s'imprime presentement et qui se debitera dans trois semaines d'ici. Ils m'ont reproché que j'étois trop Cartesien et m'ont fait entendre que depuis les meditations de leur auteur toute la Physique étoit bien changée." Carta de Fatio de Duillier a Huygens, 14 de junio de 1687, extraída de *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Publiées par la Société Hollandaise des Sciences, Martinus Nijhoff, La Haye, 1888-1950, Vol. IX, p. 167; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 2, p. 475. Fatio continúa de esta manera: "Il traitte en general de la Mechanique des Cieux; de la maniere dont les mouvemens circulaires qui se font dans un milieu liquide se communiquent à tout le milieu; de la pesanteur et d'une force qu'il suppose dans toutes les planetes pour s'attirer les unes les autres." Ibid., *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, p. 167; *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 2, pp. 475-6.

[22] "Ce traitté que j'ay veu en partie est asseurement tres beau, et rempli d'un grand nombre de belles propositions, mais je souhaitterois, Monsieur que l'Auteur vous eut un peu consulté sur ce principe d'attraction qu'il suppose entre les corps celestes." Fatio de Duillier a Huygens, 14 de junio de 1687, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, p. 167; *Correspondence of Newton*, Vol. 2, p. 476.

ruptura con el cartesianismo.[23] A través de su hermano Constantyn, Huygens recibió los *Principia Mathematica* en diciembre de 1688.[24] Su *Addition* al *Discours de la Cause de la Pesanteur* discute la obra de Newton, en tanto trata acerca de los mismos temas que otros dos libros suyos, a saber: el propio *Discours de la Cause de la Pesanteur* y el *Traité de la lumière*.[25] Huygens concede a Newton que la ley del inverso del cuadrado de la distancia expresa una nueva y notable propiedad de la gravedad, añadiendo que de ella uno quisiera encontrar la razón —lo cual no interesa a Newton—, pero se niega a aceptar que las partículas de los cuerpos se atraen mutuamente o tienden a acercarse una a la otra, ya que, según el gran físico holandés, la causa de semejante atracción es inexplicable a partir de los principios de la mecánica y las leyes del movimiento. Y añade, correctamente, que Newton no podría conceder el supuesto de que la gravedad sea una cualidad inherente a la materia corpórea, en tanto esa hipótesis lo alejaría de los principios de la matemática o de la mecánica. No cabe duda de que Newton tenía una mejor comprensión de dichos principios que Keill y sus seguidores, por lo cual evitó atribuir a la materia una cualidad atractiva esencial.[26] Cabe agregar que en la *Addition* al *Discours de la Cause de la Pesanteur* Huygens afirma que Newton (*Principia Mathematica*, Libro III, Prop. 6) ha argüido que el éter debe ser muy tenue, porque de otra manera

---

[23] "Je souhaitte de voir le livre de Newton. Je veux bien qu'il ne soit pas Cartesien pourveu qu'il ne nous fasse pas des suppositions comme celle de l'attraction." Carta de Huygens a Fatio de Duillier, 1 (11) de julio de 1687, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, p. 190. Ver también *Correspondence of Newton*, Vol. 2, p. 477.

[24] *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, p. 305.

[25] *Traité de la lumière où sont expliquées les causes de ce qui luy arrive dans la réflexion et dans la réfraction, es particulièrement dans l'étrange réfraction du cristal d'Islande. Par C.H.D.Z. Avec un Discours de la Cause de la Pesanteur*, Leyden, 1690. El *Traité de la lumière* fue escrito en 1678, en ese año fue comunicado a la *Académie des Sciences* de Paris, pero fue publicado en 1690 en Leyden, junto con el *Discours*, pp. 119-52, y la *Addition* al *Discours*, pp. 152-73. Para la discusión de la ley de gravedad ver pp. 159-63.

[26] Nos hemos referido a esto en la primera parte de este trabajo. Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1, John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud*, Publicación Independiente, Caracas, 2019, pp. 77-78.

impediría la operación de la gravedad.[27] A continuación, el físico holandés responde a esto afirmando que él ha probado que el éter es lo que causa la gravedad.

En una carta dirigida a Leibniz en febrero de 1689/90 Huygens escribe lo siguiente: "Je vois que vous vous estes encore rencontré avec lui en ce qui regarde la cause naturelle des chemins Elliptiques des Planètes mais comme en traitant cette matière vous n'aviez encore vu qu'un extrait de son livre et non pas le livre même [los *Principia Mathematica*], je voudrais bien savoir si du depuis vous n'avez rien changé à votre Théorie, parce que vous y faites entrer les Tourbillons de Mr. des Cartes, qui à mon avis sont superflus, si on admet le Système de Mr Newton où le mouvement des Planètes s'explique par la pesanteur vers le Soleil et la *vis centrifuga*, qui se contrebalancent. Outre que ces Tourbillons Cartésiens faisaient naître plusieurs difficultés, comme vous verrez par mes remarques et même sans elles vous ne pouviez pas l'ignorer."[28] En agosto de 1690, Huygens volvió a escribir a Leibniz para saber si este había rechazado los vórtices cartesianos después de leer los *Principia*: "J'y avais aussi touché quelque chose des Orbes Elliptiques des Planètes, dont vous aviez donné vos pensées dans les Acta de Leipsich [Huygens se refiere al "Tentamen de motuum coelestium causis" de Leibniz, publicado en las *Acta Eruditorum*[29]], pour savoir si vous n'aviez pas rejette les Tourbillons de des Cartes après avoir vu le

---

[27] Huygens, *Traité de la lumière …*, p. 163. Huygens se refiere al siguiente pasaje: "All spaces are not equally full; for if all spaces were equally full, then the specific gravity of the fluid which fills the region of the air, on account of the extreme density of the matter, would fall nothing short of the specific gravity of quicksilver, or gold, or any other the most dense body; and, therefore, neither gold, nor any other body, could descend in air; for bodies do not descend in fluids, unless they are specifically heavier than the fluids." Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Libro III, Prop. VI, Cor. III, p. 414.

[28] Carta de Huygens a Leibniz, 9 (19) de febrero de 1689/90, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, pp. 366-8. Los corchetes son nuestros.

[29] Leibniz, "Tentamen de motuum coelestium causis," *Acta Eruditorum*, febrero de 1689, pp. 82-96.

livre de Mr. Newton."[30] Efectivamente, la física newtoniana era contraria a los vórtices cartesianos. Sin embargo, Leibniz y Huygens no abandonaron la teoría de los vórtices, aunque tuvieron que reelaborarla, en vista de los resultados de Newton acerca de ley de gravedad, produciendo versiones de la misma que intentaron dar cuenta de las leyes de la gravitación.[31]

---

[30] Carta de Huygens a Leibniz, 14 de agosto de 1690, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, pp. 471-2; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, pp. 77-8. Los corchetes son nuestros.

[31] Después de leer los *Principia Mathematica*, Huygens se persuadió de la verdad de todas las leyes de Kepler, pues hasta entonces había dudado de la exactitud de las dos primeras; además se dio cuenta de que no era posible sostener los vórtices del modo en que los concebía Descartes: "Hasce omnes difficultates abstulit Clar. vir Neutonus, simul cum vorticibus Cartesianis; docuitque planetas retineri in orbitis suis gravitatione versus Solem. Et exenctricos necessario fieri figurae Ellipticae." *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. XXI, p. 143. [Rene Dugas, *La Mécanique au XVIIe Siècle (Des Antécédents Scolastiques a la Pensée Classique),* Neuchâtel, 1954, p. 447, traduce este texto al francés : "Toutes ces difficultés, le célèbre Newton les a écartées en même temps que les tourbillons de Descartes. Il a montré que les planètes sont retenues sur leurs orbites par gravitation vers le Soleil. Et qu'il était nécessaire que les excentriques prennent la figure d'ellipses."] Pero no por ello Newton había mostrado la imposibilidad de los vórtices en general. El propio Huygens se oponía a los vórtices cartesianos antes de conocer los *Principia* y pensaba en torbellinos tridimensionales —contra los vórtices bidimensionales de Descartes— que no se tocan entre sí y permiten grandes espacios vacíos entre ellos. Después de leer los *Principia*, lo que Huygens cree es que hay que reacomodar la explicación mecanicista de la gravedad. En el *Discours de la Cause de la Pesanteur,* anexo al *Traité de la lumière*, p. 135 ss., se propone una explicación mecánica del peso basada en las propiedades del movimiento circular, en particular de la fuerza centrífuga. Huygens intenta mostrar que el mismo esfuerzo de alejarse del centro que ejercen los cuerpos que giran es causa de que otros cuerpos concurran hacia ese mismo centro. Huygens imagina una materia fluida encerrada dentro de un espacio, cuerpos vecinos le impiden salir de dicho espacio y dicha materia gira en torno a un centro. Si dentro de esta materia fluida se encuentra un cuerpo que no participa de la rotación de la materia, o que gira menos rápido que ella, este cuerpo será empujado hacia el centro. Este punto de vista es diferente de la doctrina de los vórtices cartesianos. Huygens trata de ir aún más lejos e intenta calcular la velocidad que debe tener la materia fluida para dar cuenta del peso; además, intenta mostrar que su explicación del peso por efecto de la fuerza centrífuga de una materia fluida es compatible con la caída acelerada de los graves. El gran

Leibniz se enteró de la publicación de los *Principia Mathematica* a partir de una reseña de la primera edición,[32] publicada en las *Acta Eruditorum*.[33] Los examinó por primera vez en Roma y no les regateó su admiración, como evidencia la carta que escribió a Huygens en octubre de 1690.[34] No obstante, en esta misma carta, Leibniz critica la concepción newtoniana de la atracción, que le parece una suerte de virtud corporal inexplicable, mientras que encuentra muy plausible la explicación mecánica de Huygens. También aprovecha la ocasión para promover su propia teoría de los vórtices armónicos, con los cuales cree

---

físico holandés subraya que su explicación rinde cuenta de todas las propiedades del peso, a la vez que responde a las exigencias de la metafísica cartesiana, debido a que está fundada en las leyes de la fuerza centrífuga, descubiertas con posterioridad a Descartes. Para mayor información sobre los puntos de vista de Huygens respecto del peso, ver Rene Dugas, *La Mécanique au XVIIe Siècle (Des Antécédents Scolastiques a la Pensée Classique)*, Neuchâtel, 1954, pp. 446 ss.

[32] Reseña de: "Isaaci Nevvton, *Matheseos Profeſſoris Cantabrigenſis, & Regiæ Societatis Anglicanæ Socii, Philoſophiæ Naturalis Principia Mathematica*, Londini, juſſu Soc.Regiæ.1687, in 4.," *Acta Eruditorum*, Junio 1688, pp. 303-15.

[33] "Versanti mihi dudum in loginquo satis itinere quod Serenissimi Principis mei jussu suscepi, et passim monumenta in Archivis ac Bibliothecis excutienti, oblati sunt ab amico quidam Actorum [se refiere a las *Acta Eruditorum*] Menses, unde jam diu novorum librorum expers discerem, quid in Republica literaria ageretur. Inspicienti igitur junium huius anni occurrit relatio de Principiis Naturae Mathematicis Viri Clarissimi Isaaci Neutoni quam (licet à praesentibus meis cogitationibus longè semotam) avidè et magna cum delectatione legi." Carta de Leibniz a Mencke, 1688, extracto de un borrador firmado, conservado en la Landesbibliotek, Hanover, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, p. 3. ["While I was engaged on a mission that I had undertaken at the command of my prince, His Most Serene Highness, and had to spend much time in traveling to quite distant parts, in the course of my regular sifting of records in Archives and Libraries I was offered by a friend certain monthly parts of the Acta [Eruditorum] from which to discover what was afoot in the Republic of Letters. So, when I was examining the Proceedings for June of this year I came across an account of the celebrated Isaac Newton's Mathematical Principles of Nature. This account I have read eagerly and with much enjoyment, although it is far removed from my present lines of thought." Traducción al inglés tomada de *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, p. 4. Los corchetes son añadidos.]

[34] Carta de Leibniz a Huygens, Octubre de 1690, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, pp. 523-6; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, pp. 80-81.

haber dado cuenta de la segunda ley de Kepler.[35] Leibniz reprocha a Newton haber rechazado el éter cartesiano y reitera uno de los argumentos que a la sazón se ofrecían a favor de los vórtices: A partir del movimiento tangencial de los planetas, unido al peso, no es posible explicar que los planetas y satélites en el sistema solar se muevan siguiendo órbitas muy parecidas (casi en el mismo plano) y en el mismo sentido, lo cual —según él— hace evidente que los arrastra un torbellino, ya que el fundamento de la coplanaridad no puede residir en Dios —que era el modo en que los newtonianos explicaban dicho fenómeno—, pues hay maneras de asignarle causas más cercanas, y tampoco puede residir en el azar. Finalmente, de conformidad con la *Addition* al *Discours de la Cause de la Pesanteur* de Huygens, Leibniz critica a Newton en tanto no ofrece una razón de la ley de gravedad.[36] Por su lado, en la respuesta que

---

[35] "Tentamen de motuum coelestium causis," p. 85. La segunda ley de Kepler afirma que el radio vector que une el centro del planeta con el centro del Sol barre áreas iguales en lapsos de tiempo iguales. En el "Tentamen de motuum coelestium causis", Leibniz también probaba que en la órbita elíptica de un planeta —de conformidad con la primera ley de Kepler: los planetas giran alrededor del sol en órbitas elípticas en las que el sol ocupa uno de los focos de la elipse— la fuerza "atractiva" es recíprocamente proporcional al cuadrado del radio vector. Ibid., p. 91. Esta prueba se apoyaba parcialmente en el supuesto de que el movimiento de un planeta perpendicular al radio vector era causado por un fluido que le imprime una circulación armónica, la cual se caracteriza por una velocidad perpendicular al radio vector que es inversamente proporcional a la distancia al centro (la longitud del radio vector). Esto es lo que se llamó un vórtice armónico. El uso del término "atracción" es figurativo. Se puede llamar atracción a aquello que en efecto es impulso, pues el sol puede ser concebido como un imán, pero las acciones magnéticas en sí mismas se derivan de los impulsos de ciertos fluidos: "Liceat autem appellare attractionem, licet revera sit impulsus, utique enim Sol quadam ratione tanquam magnes concipi potest; ipsae autem actiones magneticae a fluidorum impulsibus haud dubie derivantur." Ibid., p. 87.

[36] "Apres avoir bien consideré le livre de M. Newton que j'ay vû à Rome pour la premiere fois, j'ay admiré comme de raison quantité de belles choses qu'il y donne. Cependent je ne comprends pas comment il conçoit la pesanteur, ou attraction. Il semble que selon luy ce n'est qu'une certaine vertu incorporelle et inexplicable, au lieu que vous l'expliqués tres plausiblement par les loix de la mecanique. Quand je faisois mes raisonements sur la Circulation harmonique, c'est à dire, reciproque aux distances, qui me faisoit rencontrer la regle de Kepler (du tems proportionel aux aires), je voyois ce privilege excellent de cette espece de circulation: qu'elle est seule capable de se conserver dans un milieu

da a una carta sobre las mareas y las colas de los cometas escrita por Leibniz en noviembre de 1690, Huygens expresa su rechazo a la explicación newtoniana de las mareas *y al principio de la atracción sobre el cual se funda esta teoría, que le parece absurdo,* como había escrito en la *Addition* al *Discours de la Cause de la Pesanteur*: “Pour ce qui est de la Cause du Reflus que donne Mr Newton, je ne m’en contente nullement, ni de toutes ses autres Théories qu’il battit sur son Principe d’attraction, qui me parois absurde, ainsi que je l’ay déjà témoigne dans l’Addition au Discours de la Pesanteur. Et je me suis souvent étonné, comment il s’est pu donner la peine de faire tant de recherches et de calculs difficiles, qui n’ont pour fondement que ce même principe. ”[37]

En una carta a Huygens de septiembre de 1692, Leibniz reitera el argumento a favor de los torbellinos en base a la coplanaridad de las órbitas planetarias. Él sostiene que sólo por medio de los vórtices sería posible explicar que los planetas y sus satélites (se refiere a los de Júpiter y Saturno) se muevan en la misma dirección y en el mismo plano, con

---

qui circule de même, et d’accorder ensemble durablement le mouvement du solide et du fluide ambiant. ... / … Cependant je ne m’estois pas avisé de rejetter avec M. Newton l’action de l’ether environnant. Et encor à present je ne suis pas encor bien persuadé qu’il soit superflu. Car bien que M. Newton satisfasse quand on ne considere qu’une seule planet ou satellite, neantmoins il ne sçauroit rendre raison par la seule trajection jointe à la pesanteur, pour quoy toutes les planetes d’un même systeme vont à peu pres le même chemin et dans le même sens. C’est ce que nous ne remarquons pas seulement dans les planetes du soleil, mais encor dans celles de Jupiter et dans celles de Saturne. C’est une marque bien evidente, qu’il y a quelque raison commune qui les y a determinées, et quelle autre raison pourroit-on apporter plus probablement, que celle d’une espece de tourbillon ou matiere commune, qui les emporte? Car de recourir à la disposition de l’auteur de la nature, cela n’est pas assés philosophique, quand il y a moyen d’assigner des causes prochaines; et il est encor moins raisonnable d’attribuer à un hazard heureux cet accord des planetes d’un même systeme, qui se trouve dans tous ces trois systemes, c’est a dire dans tous ceux qui nous sont connus. Il m’etonne aussi que M. Newton n’a pas songé à rendre quelque raison de la loy de la pesanteur, ou le mouvement Elliptique m’avoit aussi mené. Vous dites fort bien, Monsieur, pag. 161 qu’elle merite qu’on en cherche la raison.” Ibid.

[37] Carta de Huygens a Leibniz, 8/18 de noviembre de 1690, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, p. 538; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, pp. 81-2, nota 8.

pocas diferencias, mientras que de esto no puede darse cuenta en el sistema newtoniano sin aludir a una causa inteligente.[38] Seguidamente, Leibniz atribuye a Newton la explicación de la gravitación por medio de una cualidad atractiva, a la vez que piensa que por medio de sus vórtices armónicos se puede conciliar los torbellinos con el movimiento elíptico de los planetas.[39] Pero, si bien las explicaciones mecánicas de la

---

[38] Se refiere a afirmaciones de Richard Bentley y del propio Newton. Según Bentley, "... any of them [los planetas] might as possible have moved in opposite courses to the present, and in planes crossing the plane of the ecliptic in any kind of angles. Now, if the system had been fortuitously formed by the convening matter of a chaos, how is it conceivable that all the planets, both primary and secondary, should revolve the same way, from the west to the east, and that in the same plane too, without any considerable variation? No natural and necessary cause could so determine their motions; and 'tis millions of millions odds to an unit in such a cast of chance. Such an apt and regular harmony, such an admirable order and beauty, must deservedly be ascribed to divine art and conduct." Richard Bentley, *A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World*, en *Sermons Preached at Boyle's Lecture; Remarks upon a Discourse of Free-Thinking; Proposals for an Edition of the Greek Testament; etc. etc.*, Alexander Dyce, Editor, London, Francis Macpherson, 1838, Sermón VIII, p. 180; los corchetes son nuestros. Newton está de acuerdo con este modo de pensar: "… its plaine that there is no naturall cause wch could determin all ye Planets both primary and secondary to move ye same way & in ye same plane without any considerable variation. This must have been the effect of Counsel." Carta de Newton a Bentley, 10 de diciembre de 1692, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, p. 235.

[39] "Le même se peut dire à l'egard de l'explication de Monsieur Neuton des ellipses. Les Planetes se meuvent comme s'ils n'y avoit qu'un mouvement de trajection ou de propre direction joint à la pesanteur à ce que Monsieur Neuton a remarqué. Cependant ils se meuvent aussi, *tout comme s'ils etoient deferés tranquilement par une matiere dont la circulation y soit harmonique*; et il semble qu'il a une conspiration de cette circulation avec la propre direction de la Planete. Et la raison qui fait que je ne me repens pas encor de la matiere deferente, depuis que j'ay appris l'explication de Mr Neuton, est entre autres, que *je voy toutes les Planetes aller à peu près d'un même costé, et dans une même region, ce qui se remarque encor à l'égard des petites Planetes de Jupiter et de Saturne*. *Au lieu que sans la matiere deferante commune rien n'empescheroit les Planetes d'aller en tous sens*. Il y a bien des choses à dire sur tout cela, que j'espere d'eclaircir un jour plus particulierement. Il semble que l'analogie de la terre et du soleil avec l'aimant rend assés probable le cours de la matiere solaire, semblable à celuy de la matiere terrestre, qui est une espece de circulation ou tourbillon. Et comment expliqueroit-on l'attraction de la terre qui la porte vers le Soleil, si on n'admet quelque chose d'analogique avec la cause

gravedad a partir de remolinos no incurrían en el absurdo de postular una fuerza atractiva en las partículas de materia, enfrentaban otras dificultades. La concordancia entre los vórtices y el movimiento de los planetas era el principal obstáculo que salía al paso de la teoría de los torbellinos. A este respecto, la solución de Leibniz no resultó satisfactoria. Después de examinar los vórtices armónicos, Huygens sigue sin ver como sería posible conciliar los remolinos con el movimiento de los planetas en elipses. Un problema adicional que enfrentaban los vórtices era que no explicaban como los cometas podían atravesarlos libremente, sin ser desviados por su materia fluida.[40] En su carta a Leibniz del 2/12 de Enero de 1692/3, Huygens se refiere a una dificultad adicional, a saber: cómo dar cuenta de la inclinación fija del eje terrestre mientras se mueve en un vórtice circular alrededor del sol, como los de Descartes,[41] pero también cuestiona que los vórtices armónicos de Leibniz puedan explicar las órbitas elípticas: "Je n'insiste plus à demander la conciliation du Tourbillon déferant avec les Ellipses de Mr. Newton, quoique je ne la trouve point dans votre dernier

---

de la pensateur, il me semble que vous reconnoissés cette analogie vous même dans quelque endroit de vostre dernier traitté. *Quelque chose que ce puisse estre ce sera un mouvement d'une matiere fluide, qui sera en rond, car vous ne vous contenterés pas d'une qualité attractive comme Mr. Neuton semble faire*. Cela estant, il semble que vous ne vous scauriés passer des tourbillons, et sans cela, comment pourriés vous maintenir vostre explication de la pensanteur, où vous supposés avec raison que la matiere qui circule en tous sens est enfermée." Carta de Leibniz a Huygens del 16/26 de septiembre de 1692, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. X, pp. 317-18; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, p. 237. Las cursivas son nuestras.

[40] Del lado británico, las primeras críticas en contra de los vórtices armónicos habrían de ser hechas por David Gregory (*Astronomia Elementa*, 1702) y fueron reiteradas por otros newtonianos, entre ellos Cheyne (1705). David Gregory, *Astronomiæ physicæ et geometricæ elementa*, Oxford, 1702. Ver David Gregory, *The Elements of Physical and Geometrical Astronomy. To which is Annex'd, Dr. Halley's Synopsis of the Astronomy of Comets*, 2 vols, Johnson Reprint Corporation, New York, 1971, reimpresión de la edición de 1726, Book I, Props. LXXVII y LXXVIII, pp. 172-182. George Cheyne, *Philofophical Principles of Religion. Natural and Revealed*, 2 Parts, 3a edición, London, George Strahan, 1724, II, §§ 21y 22, pp. 31-34. Leibniz replicó a Gregory en las *Acta Eruditorum* de octubre de 1706, p. 86.

[41] Carta de Huygens a Leibniz, 2/12 de enero de 1692/3, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. X, p. 384

raisonnement. Plusieurs avec moi la croient impossible. Il est vrai que ces Tourbillons à la manière de des Cartes seraient commodes pour expliquer quelques phénomènes, comme, entre autres, pourquoi les Planètes circulent toutes d'un même sens; mais ils sont incommodes pour d'autres, sur tout pour l'excentricité constante des mêmes Planètes et de leur accélération et retardement véritable dans leur orbes. Car, pour le premier, il semble que la matière du tourbillon devrait il y a longtemps s'être réduite à une conversion régulière quant à la rondeur, et par conséquent aussi les Planètes, puis qu'elles nagent dedans. Et pour le second, en posant que leur mouvement demeure excentrique, elles devraient dans leur aphélies et parélies s'accommoder à la vitesse du Tourbillon, ce qu'elles ne font pas, selon ce que je l'ay examine autrefois. Outre qu'il serait mal aisé de dire comment les comètes peuvent passer si librement à travers un tourbillon capable d'emporter les Planètes, ce qui dans l'hypothèse de Mr. Newton est sans difficulté."[42]

En 1694, Leibniz quiso informarse acerca de la opinión de Newton sobre las objeciones de Huygens, lo cual hizo a través de De Beyrie, consejero y residente de la casa de Brunswick en Londres.[43] Para cumplir con la solicitud de Leibniz, De Beyrie se puso en contacto con Fatio de Duillier, quien le reportó, entre otras cosas, que Newton continuaba

---

[42] Ibid., p. 385; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, pp. 237-8.

[43] En el post-scriptum de la carta dirigida a De Beyrie se lee lo siguiente: "Je serois bien ayse d'apprendre ce que dit M. Newton sur quelques objections de M. Huygens dans son traité de la lumière, & ce qu'il juge de ses ondes de lumière, qui me paraissent heuresement trouvées. Il n'y a rien de si beau que l'explication de la route des planètes, que M. Newton nous a donée par la seule Trajection, jointe à la Pesanteur. Je m'imagine néanmoins qu'il y faudra joindre quelque mouvement de la matière fluide. Si la pesanteur est l'effet d'une force centrifuge, suivant Kepler, Descartes & Mr. Huygens, elle viendra d'une manière de tourbillon." Leibniz a De Beyrie, carta impresa por L. Dutens, *Leibnitii Opera Ommia,* Vol. III, p. 658-660; fragmento reproducido en *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. X, p. 605, nota; reproducido a su vez parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, p. 310, nota. Las observaciones de Huygens aparecieron en la p. 159 de la *Adittion* al *Discours de la Cause de la Pesanteur*.

creyendo que todas las partes de materia se atraen unas a otras.[44] En este momento, varios años antes de la polémica pública entre leibnizianos y newtonianos, estas cuestiones todavía se discutían epistolarmente. Fatio intentó mediar entre Newton y Huygens, proponiendo una explicación mecánica del peso y la atracción mutua de las partes de la materia, así como de la ley del inverso del cuadrado de la distancia,[45] aunque su

---

[44] "Monsieur Newton persiste à croire, que toutes les parties des corps terrestres s'attirent les unes les autres, non obstant ce que Monsieur Hugens dit a la page 159e de son traitté de la Pesanteur. Je suis, Monsieur, du même sentiment que Monsieur Newton et j'ai fait voir à l'un et à l'autre de ces illustres Philosophes qu'il y pouvoit avoir une cause mechanique de la Pesanteur, qui rende raison non seulement de cette attraction mutuelle, mais encore de la diminution de la Pesanteur dans la proportion reciproque du Quarré de la distance. Et cette cause est universelle pour le Soleil, la Lune, la Terre et tous les Astres, et la longueur du tems ne peut la détruire ni le mouvement des corps celestes n'en peut empêcher l'effet." Carta de Fatio de Duillier a [De Beyrie], 9 de abril de 1694, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. X, p. 606; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, pp. 308-9.

[45] "Je scai, Monsieur, que je ne dis rien que je ne puisse prouver. Mr. Newton convient de l'exactitude de mes demonstrations : mais il m'a fallu beaucoup de tems pour en convaincre Monsieur Hugens. Il avoit dans l'esprit une objection qui m'a arrêté moi-même dans mes recherches pendant trois ans. … Mais cette objection s'evanouit entierement quand on l'examine avec exactitude: et c'est de quoi Mr. Hugens est à present persuadé [en relación con esto ver la próxima nota]." Ibid., pp. 607-8 (los corchetes son nuestros); *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, p. 309. El trabajo de Fatio de Duillier, titulado "De la Cause de la Pensanteur", fue leído en la *Real Sociedad* el 27 de junio de 1688 y editado finalmente por M. Bernard Gagnebin, quien publicó el texto completo con un informe de Fatio en las *Notes and Records of the Royal Society*, VI (1949), 106-60. En el *Journal Book* de la *Real Sociedad* se lee: "June 27, 1688. Mr Fatio was pleased to propose an Hypothesis, wch he said was embraced by Mr Hugenius; wch he conceived would well account for the severall Phaenomena of gravity, and he promised to draw it up in writing and present it to the Society." Respecto de la causa de la gravedad, Fatio ofreció la siguiente explicación: "That the aether or such like subtile matter had a very violent Agitation, so as to pass every way, in great Circles, about the Earth, at the rate as to surround the Globe in 1 h. 25´. by which he shewed that a Body driven by the impulse of this motion would be carried towards the center, He promised with Mr Hugens's Leave, (whose notion he said it was) to give a Coy thereof in writing" *Journal Book*, 4 de julio de 1688. Más adelante se encuentra lo siguiente: "Feb 26, 1689/90. Mr Fatio read a Copy of a Letter of his to Mr Hugenius, giving an account of the reason of gravity, …" Loc. Cit. Fatio mostró su trabajo a Halley y a Newton, y poco después a Huygens. Más tarde, en 1694,

esfuerzo no dejó satisfecho a Huygens.[46] En relación con el vacío y el éter, Fatio sigue a Newton en la admisión de que la materia en el espacio está muy rarificada y que hay incomparablemente más vacío que pleno.[47] Y, oponiéndose a los vórtices, piensa que no es necesario un movimiento de la materia (sutil) que rodea al sol para facilitar el movimiento de los planetas, ni que el peso sea el efecto de una fuerza centrífuga.[48] Fatio de

---

lo mostró a Leibniz y en 1701 a Jacques Bernoulli. Por cierto, Fatio consiguió que la última página del manuscrito fuera autografiada por Newton, Halley (19 de marzo de 1689/90), Huygens (1691) y, ya en 1735, por George Cheyne. En el informe de Fatio en las *Notes and Records of the Royal Society* se lee lo que sigue: "Sir Isaac Newton's Testimony is of the greatest weight of any. It is contained in some Additions written by himself at the End of his own printed Copy of the first Edition of his Principles, while he was preparing it for a second Edition. And he gave me leave to transcribe that Testimony. There he did not scruple to say *That there is but one posible Mechanical cause of Gravity, to wit that which I had found out*: Thô he would often seem to incline to think that Gravity had its Foundation only in the arbitrary Will of God ...' *Notes and Records*, p. 117. Las citas del *Journal Book* y las *Notes and Records* de la *Real Sociedad* provienen de *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, pp. 69-70, nota 1.

[46] De hecho Huygens descalificó la explicación de Fatio en su correspondencia con Leibniz: "La raison mechanique de la Pesanteur que s'estoit imaginè Mr. Facio me paroissoit encore plus chimerique que celle de la lumiere." Carta de Huygens a Leibniz, 29 de mayo de 1694, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. X, p. 613; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, p. 356.

[47] "Nous convenons Monsiur Newton et moi, que la quantité de matière, qui est dans l'Univers, ne remplit qu'une partie extrement petite de l'espace, de sorte qu'il demeure non seulement plus de vuide que de plein, mais encore incomparablement davantage. … La rareté que Monsieur Hugens paroit avoir de la peine d'admettre dans le monde, est absolument necessaire. Car si toutes les parties, qui composent l'Ether, se reposoient, il est evident qu'elles feroient une extreme resistence aux mouvements des corps celestes et que cette resistence seroit plus grande plus on supposeroit l'espace rempli des corpuscules. Or j'ai une demonstration exacte que si on fait cesser le repos de ces parties de l'Ether et qu'on leur donne des mouvemens entremêlés, tels que l'on concoit ceux des fluides, la resistence augmentera et cela d'autant plus qu'on donnera plus de rapidité à ces mouvemens." Fatio de Duillier a [De Beyrie], 9 de abril de 1694, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. X, p. 606; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, pp. 308-9.

[48] "Il n'est pas necessaire de joindre à la Pesanteur vers le Soleil un mouvement de la matière qui l'environne, pour faciliter celui des Planetes et la Pesanteur

Duillier llegó a convertirse en un favorito de Newton, quien consideró encargarle la edición de su teoría de la luna y su libro sobre los colores, hasta que se enteró de que la explicación de la gravedad de Fatio entraba en conflicto con la suya.[49]

En realidad, los intentos de salvar la teoría de los vórtices propuestos por Huygens y Leibniz con posterioridad a los *Principia Mathematica* carecían de la fuerza de la explicación newtoniana. Además, eran matemáticamente muy complejos y estaban fundados en suposiciones que no todos aceptaron, como ocurrió en el caso de los vórtices armónicos de Leibniz. En cambio, considerando las fuerzas centrípetas como atracciones, se llega a una expresión simple de la ley matemática de estas fuerzas, que permite demostrar matemáticamente los movimientos de los cuerpos. Como vimos en el capítulo anterior, seguidores de Newton como Keill, Freind y Cheyne, dieron un paso más allá del maestro. Ellos también dejaron a un lado la cuestión del fundamento de las fuerzas atractivas, pero negando que sean reducibles a mecanismos y convirtiéndolas en propiedades esenciales de la materia, o impresas en ésta por Dios.

§ 9. Las especulaciones de Richard Bentley acerca de la atracción y su correspondencia con Newton

En sus *Eight Sermons Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture*, Richard Bentley (1662-1742) intenta conciliar la religión

---

n'est pas l'effet d'une force centrifugue." Ibid.; *Correspondence of Newton*, Vol. 3, p. 309.

[49] Newton no tenía tiempo de preparar la edición por sus tareas como *Master of the Mint* (cargo equivalente a la Presidencia de un *Banco Central*), asumidas a comienzos de 1700. El 4 de Julio de 1700, Hans Sloane escribió a Leibniz lo siguiente: "The Royal Society have laboured to gett his Theory of the Moon, Book of Colours &c: printed out but his excessive modesty has hitherto hinder'd him … At one time he seems to have considered the idea of entrusting the work to Fatio, but he abandoned this notion when he learned that Fatio's 'explanation' of gravity conflicted with his own." *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 4, ed. J. F. Scott, Cambridge, Cambridge University Press, 1967, pp. 52-2, nota 2.

cristiana con la nueva física de Newton.[50] Bentley piensa que el cartesianismo, con su pensamiento mecanicista, conduce al ateísmo.[51] Por otro lado, cree que la filosofía natural newtoniana, junto con la doctrina de la atracción universal, proporciona un fuerte argumento en

---

[50] *Eight Sermons Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture, in the First Year* MDCXCII, *The Sixth Edition, To which are added, Three Sermons: One at the Public Commencement, July 5,* 1696, *when he proceeded Doctor in Divinity; another before the University, Nov. 5,* 1715, *and one before his late Majesty King George I, Feb. 3,* 1711, Cambridge, 1735. Reimpresos en Richard Bentley, *Sermons Preached at Boyle's Lecture; Remarks upon a Discourse of Free-Thinking; Proposals for an Edition of the Greek Testament; etc. etc.*, Alexander Dyce, Editor, London, Francis Macpherson, 1838. Estos sermones constituyeron un curso titulado *A Confutation of Atheism*. Bentley los dictó en St. Martin-in-the-Fields, Londres, y constituyeron la primera serie de *lecciones acerca de la evidencia del Cristianismo*, establecidas gracias a un legado de Robert Boyle y dictadas anualmente. *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, p. 236, nota.

[51] Para combatir el ateismo, Bentley critica las doctrinas que han servido de sustento a las posiciones ateístas, entre ellas doctrinas mecanicistas provenientes de Descartes. Por ejemplo, Bentley objeta a los que piensan que la materia y base común de todos los mundos (este y otros mundos en sucesión) es auto-existente y eterna, y que, dividida naturalmente en innumerables partículas, o en átomos, eternamente dotados de un poder de movimiento ingénito e inseparable, por sus múltiples combinaciones y coaliciones produce sucesivamente un número infinito de mundos. *Eight Sermons Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture* o *A Confutation of Atheism,* Sermón VI, p. 131. Lo anterior se opone al atomismo, pero no sólo a este, pues aquí también hay una crítica implícita a algunas doctrinas cartesianas adoptadas por los "hacedores de mundos" ingleses (ver nota 57). Aunque Descartes no es atomista, ni cree que el mundo ha existido desde la eternidad, sí piensa que la materia está dividida en partes indefinidas e innumerables, dotadas de un poder de movimiento, *Principes de la Philosophie*, *Œuvres de Descartes*, Charles Adam & Paul Tannery Eds., Vol. IX-2, II, 20 (p. 74), 34 (p. 82), y (como hemos visto en la introducción) en *Le Monde* y el *Discours de la Méthode* trata de mostrar como de un caos de partículas pudo surgir un mundo como el nuestro, únicamente sobre la base de las leyes de la naturaleza y la cantidad de movimiento original impuesta por Dios. Más adelante Bentley critica la ecuación cartesiana del cuerpo con la extensión, y sostiene la existencia del vacío entre las partículas de materia, y en magnitud mucho mayor —en el universo— que la cantidad de materia. *Eight Sermons ...,* VI, pp. 142-3. También critica la doctrina de la conservación de la cantidad de movimiento en el mundo, que parece favorecer la opinión de su duración infinita, junto con la doctrina del *plenum* cartesiana, relacionada con ella. Ibíd., p. 144. Cfr. Descartes, *Principes de la Philosophie*, II, 16 ss. (p. 71 ss.), 36 (p. 83).

contra del cartesianismo, el mecanicismo y el ateismo, además de probar la verdadera religión y la existencia de Dios.[52]

Para Bentley, la materia no puede ser movida sino por contacto, única causa de su movimiento admitida por el ateo,[53] o por una substancia inmaterial auto-activa —es decir: espiritual— que la pueda penetrar y llenar.[54] Este autor intenta probar la existencia de Dios, en primer lugar, a partir de las partes animadas y vitales del universo (los seres inteligentes, los cuerpos orgánicos de los animales, las almas inmateriales de los hombres), y, después, partiendo de la parte inanimada, mediante una consideración de la estructura y el sistema del mundo.[55] A fin de probar la existencia de Dios a partir del origen y

---

[52] *Eight Sermons Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture*, Sermón VII, pp. 149 ss. Todo este esfuerzo a pesar de que los ateístas eran muy escasos y virtualmente inexistentes. Ver: A. Rupert Hall, *Philosophers at War. The Quarrel Between Newton and Leibniz*, Cambridge, 1980, pp. 156-7. De cualquier manera, tal pensamiento era común en el mundo británico de la época. Varios tratados cosmológicos contenían pruebas de la existencia de Dios a partir de la física de Newton y defendían la religión, intentando mostrar que la ciencia newtoniana concordaba con ella.

[53] Los cartesianos, p. ej.: Descartes y Rohault, sólo aceptaban el contacto, pero no eran ateos. A pesar de ello, la filosofía mecánica de Descartes y sus seguidores fue acusada por varios newtonianos, p. ej.: Bentley y Keill, de conducir al ateismo.

[54] "When we frame in our minds any notion of matter, we conceive nothing else but extension and bulk, which is impenetrable and divisible and passive … that, if it once be bereaved of motion, it cannot of itself acquire it again; but it either must be impelled by some other body from without, or (say we, though not the Atheist) be intrinsically moved by an immaterial self-active substance, that can penetrate and pervade it." Richard Bentley, *Eight Sermons Preach'd at the Honourable Robert Boyle's Lecture*, Sermón II, p. 37.

[55] "These reasons for God's existence, from the frame and system of the world, as they are equally true with the former, so they have always been more popular and plausible to the illiterate part of mankind; insomuch as the Epicureans, and some others, have observed, that men's contemplating the most ample arch of the firmament, the innumerable multitude of the stars, the regular rising and setting of the sun, the periodical and constant vicissitudes of day and night, and seasons of the year, and the other affections of meteors and heavenly bodies, was the principal and almost only ground and occasion that the notion of a God came first into the world; making no mention of the former proof from the frame of human nature, *that in God we live, and move, and have our being*." Ibid., Sermón VI, pp. 120-121.

arreglo del mundo, Bentley trata de demostrar que el actual sistema del mundo no puede haber sido eterno, que la materia no puede haber existido desde siempre, y que, si hubiera sido eterna, el movimiento no habría coexistido con ella eternamente como propiedad inherente y esencial de la misma.

Por otro lado, aún concediendo a los ateos que la materia y el movimiento hayan existido desde siempre y que alguna vez no hubo sol, ni estrellas, ni tierra, ni planetas, sino que las partículas que ahora los constituyen estaban difundidas en el espacio, a la manera de un caos, sin ninguna concreción o coalición entre ellas, Bentley arguye que aquellas partículas dispersas jamás hubieran podido llegar a constituir el actual sistema del mundo por si mismas, no importa la clase de movimiento que hubieran recibido, fortuito o mecánico.[56] De igual manera, los átomos que ahora constituyen el cielo y la tierra, inicialmente separados y difundidos por el espacio en un supuesto caos,[57] nunca habrían podido —

---

[56] Ibid., Sermón VII, pp. 146-7.

[57] Esto está dirigido contra las doctrinas de los "hacedores de mundos." En esta categoría cabe sin duda Descartes (aun cuando no fuese un filósofo ateo), el primero en *fingir* un nuevo mundo en el cual Dios habría creado la materia en la forma de un caos de partículas en movimiento. Descartes muestra que este caos, sin el concurso extraordinario de Dios y tan sólo por medio de las leyes de la naturaleza, acabaría por constituir un mundo semejante al nuestro. Descartes, *Le Monde*, en *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery (Eds.), 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964-1974, Vol. XI, esp. : Ch. VI, pp. 31 ss., VII, pp. 36 ss; *Discours de la Méthode*, texto y comentario de Étienne Gilson, 4ª edición, París, Librairie Philosophique J. Vrin, 1967, V, pp. 43, 44. Pero Bentley no sólo tiene en mientes a Descartes, sino más que nada a los "hacedores de mundos" británicos (quienes tampoco eran ateos), inspirados en Descartes, quienes escribieron trabajos como *A New Theory of the Earth* (1696) de William Whiston y la *Telluris Theoria Sacra* (1681) de Burnet, contra los cuales después habría de escribir Keill su *An Examination of Dr. Burnet's Theory of the Earth Together With Some Remarks on Mr. Whiston's New Theory of the Earth*. También fue criticado en *An Essay Toward A Natural Theory of the Earth*, de John Woodward (1665-1728) y los *Miscellaneous Discourses Concerning the Dissolution and Changes of the World*, de John Ray (1628-1705). La crítica contra el modo de pensar de estos autores afirmaba que el mismo daba argumentos al materialismo y el ateismo, con lo cual debilitaba a la religión. Sobre la construcción mecanicista del mundo y las críticas a la misma, ver también la primera parte de esta investigación: Gustavo Sarmiento, *Sobre los*

en virtud de sus meras afecciones mecánicas y sin un Dios— unirse para constituir el actual sistema de las cosas, o cualquier otro como él.[58]

> We have now represented the true scheme and condition of the chaos, how all the particles would be disunited, and what vast intervals of empty space would lie between each. To form a system, therefore, 'tis necessary that these squandered atoms should convene and unite into great and compact masses, like the bodies of the earth and planets. Without such a coalition, the diffused chaos must have continued and reigned to all eternity. But how could particles so widely dispersed combine into that closeness of texture? Our adversaries can have only these two ways of accounting for it.[59]

La primera se apoya en el movimiento de la materia, proveniente del impulso externo y el contacto, sin atracción.[60] Sin embargo, de acuerdo con Bentley, no es posible explicar la cohesión de las partículas con esta hipótesis.[61] La segunda explicación recurre a la gravitación o atracción, lo cual conduce a Bentley a discutir la naturaleza de la misma. Respecto de esta cuestión, los ateos podrían decir que la materia tiene, de manera inherente y esencial, una energía interna, por medio de la cual tiende a unirse con toda otra materia.[62] No así Bentley, quien piensa que *la atracción es un atributo esencial de la materia, pero no por sí misma, o por su propia existencia, sino por haber sido impresa en ella por*

Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1, introducción, pp. 20-21, y § 2, pp. 36 ss.

[58] *A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World,* Sermón VII, pp. 148-9.

[59] Ibid., p. 156.

[60] Ibid.

[61] Ibid., p. 157. Tan sólo por medio del movimiento inicial impartido a ellas, las partículas —separadas entre sí— del caos inicial jamás habrían podido constituir el mundo, ya que no habrían podido compactarse en masas tan grandes como los planetas que observamos ahora, ni adquirir o mantener movimientos tales como los que tienen estos astros. Más aún, no hay nada en esta hipótesis que pueda mantener a los planetas en sus órbitas tan siquiera por un momento. Estos las abandonarían inmediatamente, saliendo del sistema solar y desapareciendo en el espacio en la dirección de las tangentes a sus órbitas. En consecuencia, debe haber una atracción.

[62] Ibid., pp. 156-7.

Dios.[63] En virtud de esta fuerza, dos átomos en el vacío pueden unirse sin necesidad de que sean impulsados, lo cual quiere decir que la atracción no se funda en el contacto y actúa a distancia. Hemos visto que, para Bentley, la materia bruta e inanimada no puede afectar a otra materia por si misma, sin mediación divina, en ausencia de contacto mutuo. Ahora bien, la gravitación —o atracción— es una operación, virtud o influencia recíproca, de cuerpos distantes, a través de un intervalo vacío, sin ningún medio corpóreo que la transmita.[64] Por lo tanto, no puede ser esencial a la materia inanimada y tiene que estar impresa en ella por Dios:

> And, *secondly*, ’tis repugnant to common sense and reason. ’Tis utterly inconceivable, that inanimate brute matter, without the mediation of some immaterial being, should operate upon and affect other matter without mutual contact; that distant bodies should act upon each other through a *vacuum*, without the intervention of something else, by and through which the action may be conveyed from one to the other. We will not obscure and perplex with multitude of words what is so clear and evident by its own light, and must needs be allowed by all that have competent use of thinking, and are initiated into, I do not say the mysteries, but the plainest principles of philosophy. Now, mutual gravitation or attraction, in our present acception of the words, is the same thing with this; ’tis an operation, or virtue, or influence of distant bodies upon each other through an empty interval, without any *effluvia*, or exhalations, or other corporeal medium to convey and transmit it. This power, therefore, cannot be innate and essential to matter: and if it be not essential, it is consequently most manifest, since it doth not depend upon motion or rest, or figure or position of parts, which are all the ways that matter can diversify itself, that it could never supervene to it, unless impressed and infused into it by an immaterial and divine power.[65]

Es interesante notar que el comienzo de este pasaje coincide casi literalmente con otro contenido en una carta que Newton escribió a

---

[63] “[…] such a mutual gravitation or spontaneous attraction can neither be inherent and essential to matter, nor ever supervene to it, unless impressed and infused into it by a divine power.” Ibid., p. 157.

[64] “We affirm that mutual gravitation, or spontaneous attraction, cannot possibly be innate and essential to matter. By attraction ... we now mean ... such a power and quality, whereby all parcels of matter would mutually attract or mutually tend and press to all others; so that, for instance, two distant atoms *in vacuo* would spontaneously convene together without the impulse of external bodies. Ibid., p. 161.

[65] Ibid., pp.162-3.

Bentley el 25 de febrero de 1692/3.[66] En cuanto a la naturaleza de la atracción, el argumento de la *Confutation of Atheism* se apoya en que esta fuerza no puede ser explicada mecánicamente y, por lo tanto, actúa a distancia sin mediación mecánica. Ahora bien, esto no es posible de la materia bruta, ya que ninguna parte de materia puede actuar sobre otra parte sin chocarla.[67] Por lo tanto, la atracción es impresa en la materia por Dios.[68] A continuación, Bentley escribe lo siguiente: "What then if it be made appear that there is really such a power of gravity, which cannot be ascribed to mere matter, perpetually acting in the constitution of the present system? *This would be a new and invincible argument for the being of God*; being a direct and positive proof that an immaterial living mind doth inform and actuate the dead matter, and support the frame of the world."[69] Sobre esta base, *Bentley presenta una prueba cosmológica de la existencia de Dios a partir de la gravitación*, en la cual se concluye que la atracción gravitatoria está por encima de todo mecanismo y de cualesquiera causas materiales y, por esta razón, proviene de un principio más alto, es decir: de una energía e impresión divinas.[70] Contra

---

[66] "Tis unconceivable that inanimate brute matter should (without ye mediation of something else wch is not material) operate upon & affect other matter without mutual contact." Carta de *Newton* a *Bentley*, 25 de febrero de 1692/3, en Isaac Newton, *The Correspondence of Isaac Newton*, vol. 3, pp. 253-4. Ver el pasaje completo en la nota 74.

[67] "[…] a power of mutual gravitation, without contact or impulse, can in nowise be attributed to mere matter […]" Bentley, *A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World*, Sermón VII, p. 163.

[68] Ibid., pp. 161 ss.

[69] Ibid., p. 163. Las cursivas son nuestras.

[70] "Now how is it possible that these things [que el sol y los planetas graviten unos hacia los otros y que cada partícula en el universo atraiga y sea atraída por todas las demás] should be effected by any material and mechanical agent? We have evinced, that mere matter cannot operate upon matter without mutual contact. It remains, then, that these phenomena [se refiere a los fenómenos de la gravitación] are produced *either* by the intervention of air or ether, or other such medium, that communicates the impulse from one body to another, *or* by effluvia and spirits, that are emitted from the one, and pervene to the other. We can conceive no other way of performing them mechanically. But what impulse or agitation can be propagated through the aeter, from one particle entombed and wedged in the very centre of the earth, to another in the centre of Saturn? Yet even those two particles do reciprocally affect each other with the same force and vigour, as they would do at the same distance in any other situation

semejante punto de vista, Leibniz habría de dirigir después la siguiente crítica: Por este camino, Dios se vuelve un recurso cómodo para dar cuenta de todo aquello que no es fácil explicar mecánicamente.

Es sabido que, antes de publicar sus sermones en 1693 Bentley consultó a Newton sobre varios aspectos de los mismos. Las cartas intercambiadas por ellos en 1692/3 muestran que Newton evitó explicar la gravedad.[71] En vez de esto, afirma que no pretende saber su causa.[72] No la declara mecánica, pero tampoco sostiene que pertenece a la esencia de la materia. En un pasaje muy conocido de su segunda carta, fechada el 17 de enero de 1692/3, Newton pide a Bentley que no le atribuya la tesis de que la gravedad es esencial e inherente a la materia: "You sometimes speak of gravity as essential & inherent to matter: pray do not ascribe that notion to me, for ye cause of gravity is what I do not pretend to know, & therefore would take more time to consider of it."[73] Dentro del

---

imaginable. And because the impulse from this particle is not directed to that only, but to all the rest in the universe, to all quarters and regions, at once invariably and incessantly; to do this mechanically, the same physical point of matter must move all manner of ways equally and constantly in the same instant and moment, which is flatly impossible. But, if this particle cannot propagate such motion, much less can it send out effluvia to all points without intermission or variation; such multitudes of effluvia as to lay hold on every atom in the universe without missing one. Nay, every single particle of the very effluvia (since they also attract and gravitate) must in this supposition emit other secondary effluvia all the world over; and those others still emit more, and so *in infinitum*. Now, if these things be repugnant to human reason, we have great reason to affirm, that universal gravitation, a thing certainly existent in nature, is above all mechanism and material causes, and proceeds form a higher principle, a divine energy and impression." Ibid., pp. 164-165.

[71] Esta correspondencia fue publicada en 1756.

[72] De acuerdo con Henry Pemberton, amigo de Newton y editor de la 3ª edición de los *Principia*, Newton se quejaba a menudo de haber sido mal comprendido en relación con la atracción, porque él no había buscado dar una explicación filosófica de ninguna aparición, sino poner de relieve un poder que es "worthy of diligent inquiry." Y Pemberton añade: "To acquiesce in the explanation of any appearance by asserting it to be a general power of attraction, is not to improve our knowledge in philosophy, but rather to put a stop to our farther search." Henry Pemberton, *A View of Sir Isaac Newton's Philosophy*, London, 1728, p. 407.

[73] Carta de *Newton* a *Bentley*, 17 de enero de 1692/3, en Isaac Newton, *The Correspondence of Isaac Newton*, vol. 3, p. 240.

horizonte de posibilidades en el cual se mueven Newton y Bentley, la fuerza de gravedad puede entenderse de dos maneras: o bien, tiene una causa externa a la materia que atrae, y por lo tanto en ultima instancia debe reducirse a su causa; o bien, no tiene fundamento fuera de la materia, sino que, al igual que la extensión y la impenetrabilidad, es una propiedad esencial de la misma y por ende irreducible a otra causa absoluta. Si la gravedad tiene una causa; o bien, esta es material, es decir, mecánica y reducible a los principios de la materia: extensión, movimiento e impenetrabilidad, y por lo tanto la gravedad se explica en última instancia por medio de impulsos, choques y transmisión de movimiento; o bien, es inmaterial, y reside en un agente inteligente, Dios, que la imprime en la materia, o imprime los movimientos correspondientes a los cuerpos. En una carta posterior (25 de febrero de 1692/3), Newton se manifiesta de acuerdo con Bentley en que la gravedad no puede ser una cualidad innata y esencial a la materia y la razón que da consiste en que es absurdo que la materia bruta actúe ella misma a distancia sobre otra cosa a través del vacío, sin mediación de otro ente. Tiene que haber un agente mediador. Pero Newton no se ocupa de investigar si dicho agente es material o inmaterial.[74] En esta carta se hace patente que él niega que la gravedad sea una fuerza inherente a la materia que actúa inmediatamente a distancia. De esto saca como consecuencia que la gravedad es causada por un agente según leyes. Y se detiene allí, pues, al contrario de Bentley, deja a un lado la cuestión de si ese agente es de naturaleza material —y por lo tanto reducible a

---

[74] "The last clause of your second Position I like very well. Tis unconceivable that inanimate brute matter should (without ye mediation of something else wch is not material) operate upon & affect other matter without mutual contact; as it must if gravitation in the sense of Epicurus be essential & inherent in it. And this is one reason why I desired you would not ascribe innate gravity to me. That gravity should be innate inherent & essential to matter so yt one body may act upon another at a distance through a vacuum without the mediation of any thing else by & through wch their action or force may be conveyed from one to another is to me so great an absurdity that I believe no man who has in philosophical matters any competent faculty of thinking can ever fall into it. Gravity must be caused by an agent acting constantly according to certain laws, but whether this agent be material or immaterial is a question I have left to ye consideration of my readers." Carta de *Newton* a *Bentley*, 25 de febrero de 1692/3, *The Correspondence of Isaac Newton*, vol. 3, pp. 253-4.

mecanismo— o es Dios. En realidad, en este momento, Newton se encuentra indeciso entre, por un lado, la explicación mecánica de la gravedad y, por el otro, una fundamentación de la misma en Dios. A esto hay que añadir que tampoco está interesado en dedicar demasiado esfuerzo a la solución de una cuestión que no considera fundamental.

En cambio, como hemos visto, a Bentley este problema sí le parece crucial, sobre todo en vista de la refutación del ateismo, y su razonamiento parte de que el agente no puede ser material y por lo tanto debe ser inmaterial. Pasando a otro punto, en su respuesta a la segunda carta de Newton, Bentley escribe el 18 de febrero de 1692/3 que la causa de la gravedad esta fuera de todo mecanismo o del poder de la materia inanimada, y por lo tanto debe proceder de un principio más alto, una energía e impresión divinas.[75] Ahora bien, esto es distinto a decir que la gravedad es innata o esencial a la materia, lo cual no constituye su pensamiento, como lo declara más adelante en la misma carta.[76] Además, la lectura de *A Confutation of Atheism* hace evidente que ese no es su parecer. Lo que Bentley sostiene es que es algo impreso por Dios en la materia. Por ello, aunque cree que la gravedad no puede explicarse mecánicamente —mientras que Newton no descarta esta posibilidad— protesta el conocido reproche que Newton le ha hecho; a saber: que considera a la gravedad como innata (ver párrafo anterior). “Sir, to my conceptions, Universal Gravitation according to your Doctrine is so impossible to be solved mechanically, yt I was much surprised to see you warn me what I ascribed to You, for you pretended not to know ye cause

---

[75] “Gravity is not peculiar to Terrestrial Bodies, but common to all ye planets and ye Sun. Nay the whole Bodies of Sun and planets mutually gravitate toward one another; and in a word ‘all Bodies gravitate toward All. This Universal Gravitation or Attraction is ye *τὸ Φαινόμενον* or Matter of Fact, for ye demonstration of which I must refer you to.... Indeed as to the Cause and origin of this Gravity he was pleased to determine nothing. But you will perceive in the sequel of this Discourse, yt it is above all Mechanism or power of inanimate Matter, & must proceed from a higher principle and a divine energy & impression.’ [I have written these words at large, yt you may see if I am tender enough, how I engage your name in this Matter.]” Carta de Bentley a Newton, 18 de febrero de 1692/3, *The Correspondence of Newton*, vol. 3, p. 247 (corchetes en el texto).

[76] Ibid., p. 249.

of it. As to innate Gravity, you perceive yt it is wholly against my purpose and argumentation. If I used yt word, it was only for Brevity's sake."[77]

Lo que indican los escritos disponibles es que, durante la década de los mil seiscientos noventa y comienzos de los mil setecientos, Newton oscilaba entre el pensamiento de que la causa de la gravedad era inherente a la materia por una ley inmediata de Dios, y el punto de vista de que la gravedad era producida por una causa mecánica. Así lo reporta, por ejemplo, Fatio de Duillier, en la carta a Leibniz de 1694 a la cual hemos aludido antes.[78] Sin embargo, Newton no piensa que la gravedad es mecánica[79] por razones religiosas, ya que como otros —por ejemplo: Bentley y después Cheyne (ver § 4) — piensa que este punto de vista conduce al ateismo. Una nota de los *Memoranda* de David Gregory,[80] fechada el 21 de diciembre de 1705, refiere el pensamiento de Newton: "Sir Isaac Newton was with me and told me that he had put 7 pages of Addenda to his book of Light & Colours in this new latin edition of it [se refiere a la edición latina de la *Óptica*, que apareció en 1706]. … His doubt was whether he should put the last Quære thus [la Quest. 23, *Optice*, 1706, pp. 299-348, que fue expandida en el *Scholium Generale* de la segunda edición de los *Principia Mathematica*. Ver Hiscock, Op. Cit., p. 30, nota]. *What the space that is empty of body is filled with*. The plain truth is, that he believes God to be omnipresent in the literal sense … But if this way of proposing this his notion be too bold, he thinks of

---

[77] Ibid.

[78] "Monsr. Newton est encore indeterminé entre ces deux sentimens. Le premier que la cause de la Pesanteur soit inherente dans la matière par une Loi immediate du Createur de l'Univers : et l'autre que la Pesanteur soit produite par la cause Mechanique que j'en ai trouvée, qui fait que toutes les parties de la matiere s'attirent mutuellement …" Carta de Fatio de Duillier a [De Beyrie], 9 de abril de 1694, *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. X, p. 607; reproducida parcialmente en *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 3, pp. 309.

[79] Ver también el borrador de 1690 —que fue suprimido— de un cuarto libro de *Óptica*, el cual ha sido publicado en I. B. Cohen, "Hypotheses in Newton's philosophy", *Physis*, 1966, 8, pp. 163-84.

[80] Editados por W. G. Hiscock, *David Gregory, Isaac Newton and Their Circle. Extracts from David Gregory's Memoranda 1677-1708*, Oxford University Press, Oxford. 1937.

doing it thus. *What Cause did the Ancients assign of Gravity*. He believes that they reckoned God the Cause of it, nothing else, that is no body being the cause; since every body is heavy.”[81] Pero no todos estaban de acuerdo con esa explicación. Según refiere el mismo Gregory, Christopher Wren decía poseer un método para explicar mecánicamente la gravedad y sonreía ante la creencia de Newton de que ésta no se da por un mecanismo, sino que fue introducida originalmente por el Creador.[82]

§ 10. La atracción en la *Óptica*

Al final de la primera edición de la *Óptica*, publicada en inglés en 1704, Newton añadió material especulativo en la forma de 16 *Queries* o *Cuestiones*, las cuales fueron ampliadas a 23 en la edición escrita en latín de 1706, y en la segunda y tercera ediciones en lengua inglesa de 1717 y 1721 llegaron a ser 31.[83] En la edición latina de 1706, Newton añadió siete cuestiones (Quæst. 17-23), que —revisadas— fueron reubicadas como *Queries* 25-31 a partir de la edición inglesa de 1717. En ellas, Newton presenta especulaciones sobre una variedad de fuerzas atractivas

---

[81] W. G. Hiscock (ed.), *David Gregory, Isaac Newton and Their Circle*, pp. 29-30. Los corchetes son nuestros.

[82] “D. C. Wrennus ait se esse compotem Methodi Gravitatem explicandi mechanice. Ridet [D.] Newtonum credentem illam per Mechanicam non fieri, sed a Creatore primitus il[latam].” Corchetes en el original. *Memoranda* de David Gregory, 20 de febrero de 1697/8, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 4, p. 266. [Traducción al inglés: “Mr C. Wren says that he is in possession of a method of explaining gravity mechanically. He smiles at Mr Newton’s belief that it does not occur by mechanical means, but was introduced originally by the Creator.” Ibid., p. 267.]

[83] Las cuestiones 1-16 de la edición latina corresponden a las 16 cuestiones de la primera edición en inglés, mientras que las cuestiones 17-23 fueron revisadas y reubicadas como *Queries* 25-31 en las ediciones inglesas de 1717 y 1721. En la edición de 1717 aparecieron por primera vez especulaciones sobre la naturaleza, propiedades y efectos de un éter (newtoniano), que fueron ubicadas en las *Queries* 17-24. Ver I. Bernard Cohen (Ed.), *Isaac Newton's Papers & Letters On Natural Philosophy and related documents*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1958, General Introduction, pp. 14-15.

atribuidas a las partículas de materia y su papel en la naturaleza.[84] Newton propone que muchos fenómenos de la naturaleza se originan en ciertos poderes o fuerzas que tienen las partículas de los cuerpos, por medio de las cuales actúan a distancia unas sobre las otras (mas no dice expresamente que lo hacen inmediatamente).[85] Tales son, por ejemplo, las atracciones de la gravedad, el magnetismo, la electricidad y otros poderes atractivos cuya existencia él considera posible. Algunas atracciones pueden actuar a distancias apreciables por los sentidos, de manera que es posible observarlas a simple vista, como las de la gravedad, el magnetismo y la electricidad; también puede haber otras que actúen a distancias tan pequeñas que escapen a la observación. Las diversas atracciones pueden ser transmitidas por medio de impulsos u otro medio desconocido, pero, reiterando el punto de vista de los *Principia Mathematica*, Newton no se ocupa de la causa de estas diferentes atracciones. Más bien critica a aquellos que eliminaron de la

---

[84] Sobre esto, ver también Arnold Thackray, "'Matter in a nut-shell': Newton's *Optics* and eighteenth century chemistry," *Ambix*, Vol. XV, No. 1, February, 1968, pp. 29-53, pp. 30-1, y A. R. Hall, *Philosophers at War*, pp. 161-3

[85] "Have not the small Particles of Bodies certain Powers, Virtues, or Forces, by which they act at a distance, not only upon the Rays of Light for reflecting, refracting, and inflecting them, but also upon one another for producing a great Part of the Phænomena of Nature? For it's well known, that Bodies act one upon another by the Attractions of Gravity, Magnetism, and Electricity; and these Instances shew the Tenor and Course of Nature, and make it not improbable but that there may be more attractive Powers than these. For Nature is very consonant and conformable to her self. How these Attractions may be perform'd, I do not here consider. What I call Attraction may be perform'd by impulse, or by some other means unknown to me. I use that word here to signify only in general any Force by which Bodies tend towards one another, whatsoever be the Cause. For we must learn from the Phænomena of Nature what Bodies attract one another, and what are the Laws and Properties of the Attraction, before we enquire the Cause by which the Attraction is perform'd. The Attractions of Gravity, Magnetism, and Electricity, reach to very sensible distances, and so have been observed by vulgar Eyes, and there may be others which reach to so small distances as hitherto escape Observation; and perhaps electrical Attraction may reach to such small distances, even without being excited by Friction." *Opticks* (Qu. 23 de la edición latina de 1706, 31 de las ediciones inglesas a partir de 1717); citamos de Isaac Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ta. Edición, London, 1730, pp. 375-6.

filosofía natural la consideración de todas las causas que no fueran mecánicas, refiriendo dichas causas a la metafísica.[86] Bajo esta descripción caben cartesianos y leibnizianos, quienes suscriben un mecanicismo riguroso respecto de la *res extensa*. En cambio, de acuerdo con Newton, la tarea de la filosofía natural es argüir a partir de los fenómenos, deduciendo sus causas de los efectos de las mismas, *sin imaginar hipótesis* —es decir: sin imaginar explicaciones mecánicas de las causas a partir de la esencia de los cuerpos, dada por su extensión, impenetrabilidad, movilidad, choques e impulsos—. *De esto*, y *no de develar el mecanismo del mundo*, *debe tratar esta filosofía*.[87] Para el gran físico inglés, la palabra "atracción" sólo significa cualquier fuerza por medio de la cual los cuerpos tienden a acercarse unos a los otros, independientemente de la causa de dicho acercamiento. Tras esta declaración viene una prescripción que justifica ignorar esa causa. Más aún, desde el punto de vista metódico, se debe conocer primero cuales son las leyes y propiedades de principios como el de la atracción, antes de investigar la causa por medio de la cual esta se produce.[88] Esta *Quæstio* inspiró a los seguidores de Newton para postular fuerzas que actuaban a distancia, eran eficaces a distancias muy pequeñas, pero a distancias apreciables no podían ser observadas por los sentidos del hombre. A este respecto, el más importante de sus seguidores fue Keill, quien, dos años más tarde, desarrolló estas ideas en la "*Epistola ... In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*" —también hay

---

[86] Recordemos que una de las tesis que suscriben tanto Newton como sus seguidores sostiene que en la filosofía natural es necesario admitir causas no mecánicas, que provienen del Creador.

[87] "Later Philosophers banish the Considerations of such a Cause [la causa de la gravedad] out of natural Philosophy, feigning Hypotheses for explaining all things mechanically, and referring other Causes to Metaphysics: Whereas the main Business of natural Philosophy is to argue from Phænomena without feigning Hypotheses, and to deduce Causes from Effects, till we come to the very first Cause, which certainly is not mechanical; and not only to unfold the Mechanism of the World, but chiefly to resolve these and such like Questions." *Opticks* (Qu. 20 de la edición latina de 1706, 28 de las ediciones inglesas a partir de 1717), p. 369.

[88] *Opticks* (Qu. 23 de la edición latina de 1706, 31 de las ediciones inglesas a partir de 1717), p. 376.

que mencionar las *Praelectiones Chymicae* de Freind—.[89] Pero mientras Newton presenta estas ideas como cuestiones especulativas y no como conclusiones, en el § 2 vimos que Keill fue más allá y las propuso como teoremas demostrables expuestos *more geométrico*, aunque el tratamiento matemático de las mismas se limitó al modo de exposición —Freind es todavía menos riguroso en su libro (ver § 3) —.

Newton no consideró que principios como el de la gravedad fuesen cualidades ocultas. Como es sabido, de acuerdo con su razonamiento, los aristotélicos habían dado el nombre de cualidades ocultas, no a las cualidades manifiestas, sino a aquellas cualidades que supusieron ocultas en los cuerpos y que eran la causa de efectos manifiestos. Las causas desconocidas de la gravedad, de las atracciones eléctrica y magnética, así como de las fermentaciones, serían ejemplos de tales cualidades ocultas y, evidentemente, postular una cualidad oculta no explica las cosas. En cambio, derivar los principios del movimiento a partir de los fenómenos, para luego explicar como las propiedades y acciones de los cuerpos se siguen de dichos principios, aun cuando las causas de los mismos no se hayan descubierto aún, constituye, de acuerdo con Newton, un gran progreso en la filosofía natural.[90] Este pensamiento fue sumamente

---

[89] Ver §§ 2 y 3; asimismo Thackray, "'Matter in a nut-shell'", pp. 34-5, y A. R. Hall, *Philosophers at War*, pp. 161-3.

[90] "These Principles [el de la gravedad y aquel que causa la fermentación y la cohesión de los cuerpos] I consider, not as occult Qualities, supposed to result from the specifick Forms of Things, but as general Laws of Nature, by which the Things themselves are form'd; their Truth appearing to us by Phænomena, though their Causes be not yet discover'd. For these are manifest Qualities, and their Causes only are occult. And the *Aristotelians* gave the name of occult Qualities, not to manifest Qualities, but to such Qualities only as they supposed to lie hid in Bodies, and to be the unknown Causes of manifest Effects: Such as would be the Causes of Gravity, and of magnetick and electrick Attractions, and of Fermentations, if we should suppose that these Forces or Actions arose from Qualities unknown to us, and uncapable of being discovered and made manifest. Such occult Qualities put a stop to the Improvement of natural Philosophy, and therefore of late Years have been rejected. To tell us that every Species of things is endow'd with an occult specifick Quality by which it acts and produces manifest Effects, is to tell us nothing: But to derive two or three general Principles of Motion from Phænomena, and afterwards to tell us how the Properties and Actions of all corporeal Things follow from those manifest Principles, would be a very great step in Philosophy, though the Causes of those

influyente en la tradición newtoniana y lo encontramos en todos sus seguidores.

§ 11. La segunda edición de los *Principia Mathematica*

En el *Escolio General* añadido al final de la segunda edición de los *Principia Mathematica*, publicada en 1713, aparece el conocido dictum "hypotheses non fingo," que ha sido tan influyente en la práctica científica. De la gravedad, dice Newton, se sabe con certeza que actúa según la ley del inverso del cuadrado de la distancia y que su causa penetra hasta el centro del sol y los planetas, sin disminuir su fuerza. También se sabe que la gravedad no opera según la cantidad de las superficies de las partículas sobre las cuales actúa, como ocurre en las causas mecánicas, sino según la cantidad de materia. Pero no se conoce su causa. Newton expresamente advierte que no ha atribuido una causa a la gravedad. La razón de esta omisión es que no ha podido deducir una causa a partir de los fenómenos. Él podría especular acerca de dicha causa, pero esas especulaciones, no derivadas de los fenómenos, son hipótesis, y estas —sean metafísicas, físicas, mecánicas o cualidades ocultas— no tienen lugar en la filosofía experimental, de allí que diga: "yo no imagino hipótesis".[91] Además, es suficiente haber establecido la existencia de la gravedad y la ley que la rige, pues ello permite explicar los movimientos en el firmamento y las mareas.[92]

Principles were not yet discover'd: And therefore I scruple not to propose the Principles of Motion above-mention'd, they being of very general Extent, and leave their Causes to be found out." *Opticks* (Qu. 23 de la edición latina de 1706, 31 de las ediciones inglesas a partir de 1717), pp. 401-2. Los corchetes son nuestros.

[91] Esta idea ya había sido expresada en la edición latina de la *Óptica* de 1706: "For Hypotheses are not to be regarded in experimental Philosophy." *Opticks* (Qu. 23 de la edición latina de 1706, 31 de las ediciones inglesas a partir de 1717), p. 404.

[92] "Hitherto we have explained the phenomena of the heavens and of our sea by the power of gravity, but have not yet assigned the cause of this power. This is certain, that it must proceed from a cause that penetrates to the very centres of the sun and planets, without suffering the least diminution of its force; that

Sin embargo, en el párrafo que se encuentra inmediatamente a continuación —y con el cual terminan el *Escolio General* y la obra—, Newton especula sobre un espíritu muy sutil —o éter— que penetra y ocupa todos los cuerpos. En virtud de la fuerza y acción de este espíritu, las partículas de los cuerpos se atraen mutuamente a distancias pequeñas y se cohesionan. En virtud de la misma causa, la electricidad opera a distancias mayores, tanto repeliendo como atrayendo a los corpúsculos circundantes. Y de igual manera se explican las propiedades de la luz, así como otros fenómenos. Hay que tener presente que la fuerza en cuestión no es la gravedad, sino una atracción como aquella propuesta por Keill en 1708. Newton presenta esta especulación aún cuando las doctrinas acerca del éter no tienen la misma certeza, fundada en experimentos, que ha permitido determinar y demostrar las leyes de otros fenómenos, como aquellos relacionados con la luz y la gravedad.[93] Él piensa que las leyes

---

operates not according to the quantity of the surfaces of the particles upon which it acts (as mechanical causes used to do), but according to the quantity of the solid matter which they contain, and propagates its virtue on all sides to immense distances, decreasing always as the inverse square of the distances. Gravitation towards the sun is made up out of the gravitations towards the several particles of which the body of the sun is composed; and in receding from the sun decreases accurately as the inverse square of the distances as far as the orbit of Saturn, as evidently appears from the quiescence of the aphelion of the planets; nay, and even to the remotest aphelion of the comets, if those aphelions are also quiescent. But hitherto I have not been able to discover the cause of those properties of gravity form phenomena, and I frame no hypotheses; for whatever is not deduced from the phenomena is to be called an hypothesis; and hypotheses, whether metaphysical or physical, whether of occult qualities or mechanical, have no place in experimental philosophy. In this philosophy particular propositions are inferred from the phenomena, and afterwards rendered general by induction. Thus it was that the impenetrability, the mobility, and the impulsive force of bodies, and the laws of motion and of gravitation, were discovered. And to us it is enough that gravity does really exist, and act according to the laws which we have explained, and abundantly serves to account for all the motions of the celestial bodies, and of our sea." Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934, pp. 546-547.

[93] "And now we might add something concerning a certain most subtle spirit which pervades and lies hid in all gross bodies; by the force and action of which spirit the particles of bodies attract one another at near distances, and cohere, if contiguous; and electric bodies operate to greater distances, as well repelling as

por medio de las cuales opera el espíritu que propone deben ser determinadas mediante experimentos, los cuales todavía no son suficientes.

La segunda edición de los *Principia Mathematica* incluyó un prefacio redactado por su editor, Roger Cotes. En el mismo, Cotes intenta defender a Newton de la acusación leibniziana de que la gravedad es una cualidad oculta. Siguiendo el espíritu de un razonamiento de Newton (ver parágrafo anterior), Cotes arguye que, a diferencia de Aristóteles y los peripatéticos, quienes explicaban los fenómenos particulares en base a las naturalezas particulares de los cuerpos, sin decir de qué causa se derivan dichas naturalezas,[94] la gravedad de Newton no debe ser tenida por una cualidad oculta solamente porque su causa es desconocida.[95] No son causas ocultas —prosigue Cotes— aquellas cuya existencia se demuestra por medio de observaciones, por lo cual la gravedad, que se ha demostrado como una fuerza existente a partir de los fenómenos, no es una causa oculta.[96] Este argumento no es muy afortunado, ya que las observaciones en cuestión se refieren a los movimientos celestes, que se explican a partir de una consideración meramente matemática de la fuerza de gravedad, que no la supone realmente existente, pero no hay observaciones de la gravedad misma que justifiquen una consideración real de esta fuerza.

---

attracting the neighboring corpuscles; and light is emitted, reflected, refracted, inflected, and heats bodies; and all sensation is excited, and the members of animal bodies move at the command of the will, namely, by the vibrations of this spirit, mutually propagated along the solid filaments of the nerves, from the outward organs of sense to the brain, and from the brain into the muscles. But these are things that cannot be explained in few words, nor are we furnished with that sufficiency of experiments which is required to an accurate determination and demonstration of the laws by which this electric and elastic spirit operates." Ibid., p. 547.

[94] Ibid., p. xx.

[95] Ibid., p. xxvii.

[96] Ibid., pp. xxvi-xxvii. Según Cotes, mas bien los vórtices hechos de una materia no observada con los que Leibniz y Descartes pretenden explicar los movimientos de los planetas muestran que son ellos quienes recurren a las causas ocultas.

Ahora bien, Cotes va todavía más allá de esto, ya que incluye a la gravedad entre las cualidades primarias de los cuerpos, pues de lo contrario —escribe él— habría que excluir de las mismas a la extensión, la movilidad y la impenetrabilidad.[97] Este es un paso arriesgado. Poner a la gravedad en compañía de esas propiedades equivale a volverla parte de la esencia de la materia. Cotes afirma que no es posible concebir a la materia sin gravedad, del mismo modo que no podemos concebirla sin extensión, impenetrabilidad ni movilidad. Cuando considera a la gravedad como una cualidad primaria de los cuerpos, Cotes parece pensarla como una causa simple y primitiva, por lo tanto irreducible a una explicación ulterior —que sería mecánica—. A nuestro modo de ver, dice esto porque no ha puesto atención al final del *Escolio General* redactado por Newton (ver arriba). En todo caso, Cotes sostiene que al llegar desde las causas más complejas a las más simples no es posible retroceder más, razón por la cual de las causas más simples, entre ellas la gravedad, no se podrá dar una explicación mecánica.[98]

Este punto de vista le atrajo críticas. Desde su propio bando lo acusaron de incurrir en el materialismo. La afirmación de que la gravedad —una propiedad por medio de la cual la materia actúa sobre otra materia— era parte de la esencia de la materia, volvía activa a la materia, punto de vista que era tenido por conducente al materialismo.[99] Es debido a esta razón, que newtonianos como Bentley y Cheyne pensaban que la gravedad no era una propiedad esencial de la materia, sino una fuerza impresa por Dios en la misma. Así pues, en una carta a Clarke del 25 de junio de 1713, Cotes asegura haber suprimido una frase que había ofendido al primero gracias a sus connotaciones materialistas.[100] Sin embargo, su aclaración lo pone de nuevo en aprietos, ya que afirma que al poner la gravedad junto con la extensión, la

[97] Ibid., p. xxvi.
[98] Ibid., p. xxvii.
[99] Por otro lado, activar la materia iba en contra de los principios de la filosofía mecánica, que la consideraba inerte. Esta es una de las razones por las cuales los leibnizianos criticaron la tesis de que la atracción fuese inherente a la materia.
[100] Carta de Cotes a Samuel Clarke, 25 de junio de 1713, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 5, A. Rupert Hall y Laura Tilling (Eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 1975, p. 412.

movilidad y la impenetrabilidad, no quería decir que esta formase parte de la esencia de la materia, sino que no sabemos cuales son las propiedades esenciales de la materia.[101] Pero esto lo vuelve un ocultista todavía mayor ante los cartesianos y los leibnizianos.[102]

§ 12. Las especulaciones de Newton acerca del éter

Newton no sólo expuso sus ideas acerca del éter en la segunda edición de los *Principia Mathematica* sino también en el *De Vi Electrica* y la edición de 1717 de la *Óptica* —las *Queries* 17-24 aparecieron por primera vez en la edición de 1717 de esta última obra y tratan acerca del éter—.

El *De Vi Electrica* es un escrito hallado entre los manuscritos de la *Óptica*, pero pertenece al periodo de la segunda edición (1713) de los *Principia Mathematica.*[103] El manuscrito en cuestión fue redactado después de la publicación de la *Óptica* y está explícitamente relacionado con los *Principia*. De hecho, las últimas líneas del *Escolio General* de los *Principia* son un sumario de este borrador, en el cual Newton hace uso de experimentos realizados entre 1711 y 1713.[104] De acuerdo con el *De Vi Electrica,* hay un espíritu[105] escondido en todos los cuerpos, por medio del cual la luz y los cuerpos actúan recíprocamente unos sobre otros.[106] Dicho espíritu no termina en las superficies de los cuerpos, sino que se rarifica gradualmente. La parte más sutil del mismo se dispersa desde los cuerpos en todas direcciones, a distancias cortas, hasta acabarse paulatinamente. La acción de este espíritu, o éter, es responsable de varios fenómenos de la luz explicados en la *Óptica* —ediciones de 1704 y 1706—, así como del transporte de las impresiones de la luz y de los sentidos al cerebro. Además, Newton sostiene que dicha acción es la

---

[101] Ibid.

[102] Esto ha sido observado por A. R. Hall y Laura Tilling, *The Correspondence of Isaac Newton,* Vol. 5, introducción, p. xxxix.

[103] *The Correspondence of Isaac Newton,* Vol. 5, p. 368, nota 1.

[104] Ibid.

[105] Ver nota 7.

[106] *The Correspondence of Newton,* Vol. 5, pp. 365-6.

causa de la atracción eléctrica y de la emisión de la luz —y no sólo la refleja, refracta e inflexiona—. Gracias al éter en cuestión, las partículas de los cuerpos se atraen mutuamente a distancias cortas, incluso sin fricción, como evidencian los experimentos —Newton se refiere a los que habían sido realizados por Francis Hauksbee para la *Real Sociedad*—.[107] La cantidad de esta atracción —piensa Newton— también puede ser determinada experimentalmente,[108] y la intensidad de su fuerza es suficiente para cohesionar a los cuerpos. Adicionalmente, Newton escribe que las fuerzas atractivas de las partículas también juegan un papel en la fermentación, putrefacción y en las reacciones químicas.

En la segunda edición inglesa de la *Óptica*, publicada en 1717, vuelve a aparecer un intento mecánico de explicar la gravedad. Newton expresamente previene al lector contra quienes piensan que la atracción pertenece a la esencia de la materia. Él afirma —en la advertencia a esta edición— que para mostrar que no toma a la gravedad por una propiedad esencial de los cuerpos ha añadido una *Query* concerniente a su causa.[109] En la misma propone una explicación mecánica de la gravedad por medio de impulsos, evitando la acción a distancia. Dicha especulación es presentada en una de las *cuestiones* ya que Newton todavía no está satisfecho con ella, debido a la falta de experimentos que puedan

---

[107] En este borrador Newton otorga una gran importancia a varios experimentos realizados por Francis Hauksbee y Brook Taylor ante la *Real Sociedad*. En relación con dichos experimentos ver: Henry Guerlac, *Archives internationaux d'Histoire des Sciences*, 63, 1963, pp. 113-28; Alexandre Koyré, *L'aventure de la science. Mélanges Alexandre Koyré,* Vol. I, Hermann, Paris, 1964, pp. 228-54; y *The Correspondence of Isaac Newton,* Vol. 5, p. 369, notas 5 ss.

[108] De nuevo mediante un experimento de Hauksbee. *Philosophical Transactions*, 27, octubre-diciembre de 1711, pp. 395-6; abril-junio de 1712, pp. 473-4. *Correspondence of Newton*, Vol. 5, p. 369, nota 8.

[109] "And to shew that I do not take Gravity for an essential Property of Bodies, I have added one Question concerning its Cause, chusing to propose it by way of a Question, because I am not yet satisfied about it for want of Experiments." *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ta. Edición, London, 1730, Advertisement II, p. cxxiii.

verificarla.[110] Efectivamente, en la *Query* 21 Newton propone una posible explicación de la gravedad a partir de la existencia de un medio etéreo, mucho más sutil que el aire, cuyas diferentes densidades en lugares distintos darían cuenta de la refracción de la luz.[111] Dicho medio es mucho más raro en el interior de los cuerpos celestes que afuera de ellos, su densidad continúa aumentando hacia la superficie de los mismos, sigue aumentando a medida que la distancia desde dicha superficie es mayor y así perpetuamente, causando la gravedad de dichos cuerpos, ya que cada cuerpo tiende a ir desde las partes más densas del medio hacia las más rarificadas. Como la fuerza elástica de este medio es extremadamente grande, el incremento en la densidad —a medida que la distancia desde el centro de los cuerpos es mayor— sería suficiente para impulsar los cuerpos desde las partes más densas del medio hasta las más rarificadas.[112]

El éter que Newton concibe en los *Principia Mathematica*, el *De Vi Electrica* y la *Óptica*,[113] ya había sido tratado por él en la década de 1670

---

[110] En la segunda edición de los *Principia*, donde también había especulado acerca de un espíritu o éter muy sutil, Newton advertía que las doctrinas acerca del éter no tienen la misma certeza fundada en experimentos que las leyes de los fenómenos de la luz y la gravedad (ver § 11).

[111] *Opticks*, Queries 18, 19, pp. 349, 350.

[112] "Is not this Medium much rarer within the dense Bodies of the Sun, Stars, Planets and Comets, than in the empty celestial Spaces between them? And in passing from them to great distances, doth it not grow denser and denser perpetually, and thereby cause the gravity of those great Bodies towards one another, and of their parts towards the Bodies; every Body endeavouring to go from the denser parts of the Medium towards the rarer? For if this Medium be rarer within the Sun's body than at its Surface, and rarer there than at the hundredth part of an Inch from its Body, and rarer there than at the fiftieth part of an Inch form its Body, and rarer there than at the Orb of *Saturn*; I see no reason why the Increase of density should stop any where, and not rather be continued through all distances from the Sun to *Saturn*, and beyond. And though this Increase of density may at great distances be exceeding slow, yet if the elastick force of this Medium be exceeding great, it may suffice to impel Bodies form the denser parts of the Medium towards the rarer, with all that power which we call Gravity." *Opticks*, Qu. 21, pp. 350-1.

[113] En el borrador de una carta dirigida al editor de las *Memoirs of Literature* también aparece como conjetura un éter, que no actúa mecánicamente como el éter cartesiano, presentado como una posible causa de la gravedad: "[...] bodies

como consta en las cartas dirigidas a Oldenburg y Boyle que hemos examinado parcialmente en el § 6. En la carta a Oldenburg de diciembre de 1675, Newton suponía un medio etéreo,[114] del cual tal vez se originan todas las cosas,[115] y en virtud del cual se podía aclarar la gravedad. Adicionalmente, Newton presuponía que este éter era un medio con

---

attract one another by a power whose cause is unknown to us or by a power seated in the frame of nature by the will of God, or by a power seated in a substance in wch bodies move & flote without resistance & wch has therefore no vis inertiæ but acts by other laws then those that are mechanical [...]" Carta de Newton al Editor de las *Memoirs of Literature*, después del 5 de mayo de 1712, *The Correspondence of Newton*, Vol. 5, p. 300.

[114] "But to proceed to the Hypothesis; first, it is to be supposed therein, that there is an æthereall Medium much of the same constitution with air, but far rarer, subtiler & more strongly Elastic." Carta de Newton a Oldenburg, 7 de diciembre de 1675, *An Hypothesis explaining the Properties of Light discoursed of in my severall Papers*, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 1, pp.362-92, p. 364.

[115] Newton a Oldenburg, 7 de diciembre de 1675, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 1, p. 364: "Perhaps the whole frame of Nature {may be nothing but aether condensed by a fermental principle} … Thus perhaps may all things be originated from aether." El contenido de las llaves está en la carta original, pero fue omitido cuando esta se leyó ante la *Real Sociedad* en varias reuniones entre el 9 de diciembre de 1675 y el 10 de febrero de 1676. Ver *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 1, p. 386-7, nota 1. En una carta posterior, Newton revisa el punto de vista acerca del sistema de la naturaleza como éter condensado por un principio de fermentación. Ahora ve a este sistema como algo constituido por las varias contexturas de ciertos espíritus etéreos o vapores condensados por precipitación, de manera semejante a como el vapor de agua se condensa en agua líquida. Después de la condensación, el éter es forjado en diversas formas, primero por Dios y después por la naturaleza: "Where I say, that *the frame of nature may be nothing but æther condensed by a fermental principle,* instead of these words write, that it may be nothing but various contextures of some certain aetherial spirits or vapours condensed, as it were, by praecipitation, much after the manner, that vapours are condensed into water, or exhalations into grosser substances, though not so easily condensable; and after condensation wrought into various forms, at first by the immediate hand of the Creator, and ever since by the power of nature, who, by virtue of the command, *Increase and multiply*, became a complete imitator of the copies set her by the Protoplast. Thus perhaps may all things be originated from aether, &c." Carta de Newton a Oldenburg, 25 de enero de 1675-6, en I. Bernard Cohen (Ed.), *Isaac Newton's Papers & Letters On Natural Philosophy and related documents*, p. 254.

vibraciones más rápidas y cortas que el aire.[116] En la mencionada carta, la refracción y reflexión de la luz, la transparencia y opacidad de los materiales, así como la cohesión, eran explicadas a partir de las diferencias de presión causadas por variaciones en las densidades del éter en diferentes cuerpos.[117] Semejante éter, que puede penetrar los poros de diversos cuerpos, es más raro en los poros de dichos cuerpos que en el espacio libre; además, es más raro a medida que los poros del cuerpo son más pequeños.[118] Y esto, de acuerdo con nuestro autor, podía explicar la cohesión de los sólidos y los fluidos, la elasticidad, la elevación del mercurio en el experimento de Torricelli y otros fenómenos.[119]

En la carta a Boyle de febrero de 1678/9 (ver § 6) encontramos de nuevo una especulación acerca de un éter, parecida a aquella presentada a Oldenburg. Supóngase que por todas partes hay una substancia etérea, capaz de contracción y dilatación, muy elástica, como el aire, pero mucho más sutil. Supóngase también que este éter penetra todos los cuerpos, pero de manera tal que es más raro en sus poros que en los espacios libres y mucho más rarificado a medida que los poros son menores. Bajo los anteriores supuestos, Newton afirma que ese éter es una de las causas principales de una serie de fenómenos, entre ellos que la luz incidente en los cuerpos sea reflejada perpendicularmente, que dos metales pulidos se adhieran en un recipiente vacío de aire, que el mercurio se eleve en un tubo de cristal (hoy sabemos que la presión del

---

[116] "In the second place, it is to be supposed, that the Æther is a vibrating Medium like Air; onely the vibrations far more swift & Minute […]" Carta de Newton a Oldenburg, 7 de diciembre de 1675, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 1, p. 366.

[117] Ibid., pp. 362-92.

[118] "Thirdly … so I suppose æther, though it pervades the pores of chrystal, glass, water, and other Naturall bodyes, yet it stands at a greater degree of rarity in those pores than in the free æthereal Spaces, & at so much a greater degree of rarity as the pores of the body are Smaller." Ibid., p. 367.

[119] "This also may be the principall cause of the cohæsion of the parts of Solids & Fluids, of the springines of Glass & other bodyes whose parts Slide not one upon another in bending, and of the Standing of the Mercury in the Torricellian Experiment, sometimes to the top of the Glass, though a much greater height than 19 inches. For the Denser æther, wch Surrounds these Bodies, must croud & presse their parts together much after the manner that Air surrounding two Marbles presses them together if there be little or no Air between them." Ibid.

aire es la responsable) y que también es la causa de la cohesión de las partes de todos los cuerpos.[120] Newton supone que, al aproximarse dos cuerpos, el éter entre ellos se enrarece.[121] Ahora bien, cuando dos cuerpos se aproximan tanto que el éter entre ellos comienza a rarificarse, dichos cuerpos van a rechazar una mayor aproximación y van a tender a alejarse uno del otro. El rechazo y la tendencia a alejarse serán mayores en la medida que los cuerpos se acerquen más, porque con su acercamiento causan que el éter ínter adyacente sea cada vez más raro. Pero a la larga, cuando se acerquen tanto que la presión del éter externo que rodea a los dos cuerpos exceda la presión del éter rarificado entre ellos y venza la renuencia a acercarse, el exceso de presión del éter circundante juntará los cuerpos con violencia y los hará adherirse fuertemente uno al otro.[122]

---

[120] "[1] And first I suppose that there is diffused through all places an æthereal substance capable of contraction & dilatation, strongly elastick, & in a word much like air in all aspects, but far more subtile. 2 I suppose this æther pervades all gross bodies, but yet so as to stand rarer in their pores then in free spaces, & so much ye rarer as their pores are less. And this I suppose (wth others) to be ye cause why light incident on those bodies is refracted towards ye perpendicular; why two well polished metals cohere in a Receiver exhausted of air: why ☿ [el mercurio] stands sometimes up to ye top of a glass pipe though much higher yn 30 inches: & one of ye main causes why ye parts of all bodies cohere." Carta de Newton a Boyle, 28 de febrero de 1678/9, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 2, pp.288-96, p. 289. Los corchetes al final son nuestros.

[121] "4 When two bodies moving towards one another come neare together I suppose ye æther between them to grow rarer then before, & ye spaces of its graduated rarity to extend further from ye superficies of ye bodies towards one another, & this by reason yt ye æther cannot move & play up & down so freely in ye strait passage between ye bodies as it could before they came so neare together." Ibid., pp. 289-90.

[122] "Now from ye 4th supposition [ver nota anterior] it follows that when two bodies approaching one another, come so neare together as to make ye æther between them begin to rarefy, they will begin to have a reluctance from being brought nearer together, & an endeavour to recede from one another: wch reluctance & endeavour will encrease as they come nearer together because thereby they cause the interadjacent æther to rarefy more & more. But at length, when they come so neare together that the excess of pressure of ye external æther wch surrounds ye bodies, above yt of ye rarefied æther wch is between them, is so great as to overcome ye reluctance wch ye bodies have from being brought together: then will that excess of pressure drive them with violence

El éter también aparece en la correspondencia con Bentley, de modo que, a pesar de su rechazo de las hipótesis, la del éter, de alguna manera apreciada por Newton, lo acompañó por mucho tiempo, aunque —digámoslo una vez más— él siempre la consideró como una mera hipótesis, debido a la falta de corroboración experimental. Ello puede aclarar que cerrara la segunda edición de los *Principia Mathematica* con una versión de la misma (ver § 11), justo después de reiterar que no imaginaba hipótesis, y también puede explicar que en la *Óptica* ocurriera algo similar. I. B. Cohen ofrece una explicación de esto respecto del *Escolio General* de los *Principia Mathematica*: Para el momento en que Newton publicó dicho escolio, muchas personas sabían que en diversos momentos él había explorado hipótesis acerca el éter y conocían dichas especulaciones. Cohen piensa que el párrafo final del escolio general debe haber servido como un recordatorio a los conocedores de que Newton no había olvidado que antes había formulado una hipótesis particularmente elegante del éter, que podía dar cuenta de la gravitación y de una variedad de otros fenómenos.[123]

Si bien lo anterior puede tener sentido, cabe ir más allá y preguntarse, en primer lugar, por la razón de que Newton hubiera elaborado antes varias hipótesis acerca del éter y, en segundo lugar, por qué, aún afirmando expresamente que no imaginaba hipótesis, hubiera considerado oportuno recordar una vez más una especulación de esa clase. En nuestra opinión, las hipótesis basadas en un éter son hechas por Newton desde un principio debido al influjo del pensamiento mecanicista dominante, potenciado por el cartesianismo. Bajo la presión de la discusión con Leibniz y sus seguidores —y antes de esta diatriba: de aquella derivada del rechazo con el cual los cartesianos habían enfrentado a las cualidades ocultas y recibido las explicaciones de los movimientos planetarios en base a una atracción, como había ocurrido con el *Aristarco* de Roberval— tanto la pregunta por la causa de la gravedad como la necesidad de buscar una explicación mecánica de la

together & make them adhere strongly to one another, as was said in ye second supposition [ver nota 120, numeral 2].” Ibid., p. 290. Los corchetes son nuestros

[123] I. B. Cohen (Ed.), *Isaac Newton’s Papers & Letters On Natural Philosophy and related documents*, Introduction, pp. 13-14.

misma no eran fáciles de eludir para él, a menos que estuviera dispuesto a postular una o varias atracciones como constitutivas de la esencia de la materia, al modo de Keill. A diferencia de Descartes y Leibniz, Newton no era filósofo, pero —aunque no estuviera inclinado a la especulación— no era tan torpe en cuestiones filosóficas como para no darse cuenta de las dificultades inherentes a la consideración de la atracción como una cualidad inherente de la materia o a una explicación no mecánica de esta fuerza. Además, tenía que defenderse de la acusación, que ya había padecido —y a la cual habían dado pie sus seguidores—, de proponer una *qualitas oculta*, suscribir la acción a distancia y alejarse de la filosofía mecánica. Proponer una explicación por medio de un éter, aunque fuera solamente hipotética, contribuía a evitar estas acusaciones.

§ 13. Las especulaciones sobre la atracción en la segunda edición inglesa de la *Óptica* (1717)

Regresemos ahora a la *Óptica*. Para la edición de 1717, las Queries 25-31, que habían sido añadidas a la edición latina de 1706 —numeradas de la 17 a la 23—, incluyeron modificaciones y adiciones substanciales.[124] A continuación nos referiremos a las mismas. En la *Query* 31 encontramos que Newton afirma que todos los cuerpos parecen constar de partículas duras.[125] Este es el punto de vista del corpuscularismo, del cual Robert Boyle había sido un destacado exponente en Inglaterra —hemos dicho antes que fue quien acuñó el término[126]— y Newton fue un seguidor. Si el corpuscularismo es una doctrina verdadera, hay que explicar la cohesión de las partículas que constituyen los cuerpos, asunto del cual Newton se ocupa a continuación: “There are therefore Agents in Nature able to make the Particles of Bodies stick together by very strong Attractions. And it is the Business

---

[124] Arnold Thackray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*, Harvard University Press, Cambridge, 1970, pp. 22-3.

[125] *Opticks*, Qu. 31, p. 389.

[126] Ver introducción, nota 21.

of experimental Philosophy to find them out."[127] Nuestro autor afirma que diversas reacciones químicas se deben a atracciones y repulsiones entre partículas. Tanto la violencia de algunas de estas reacciones como el calor que engendran se deben a las altas velocidades producidas en las partículas por estas fuerzas. La cohesión se explica por una fuerza que en el contacto inmediato es sumamente fuerte, a distancias pequeñas realiza las operaciones químicas mencionadas arriba, y no produce ningún efecto sensible lejos de las partículas.[128] Esta es la especulación que había sido desarrollada por Keill en la *Epistola ... In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur* de 1708.[129] Newton menciona diversos experimentos y experiencias, con una diversidad de substancias, que dan indicios de la verdad de esta explicación, si bien estos no la demuestran.[130] Pero prosigamos con la *Query* 31: De acuerdo

---

[127] *Opticks*, Qu. 31, p. 394.

[128] Newton critica la manera en que el atomismo, Descartes y Leibniz dan cuenta de la cohesión: "The Parts of all homogeneal hard Bodies which fully touch one another, stick together very strongly. And for explaining how this may be, some have invented hooked Atoms, which is begging the Question; and others tell us that Bodies are glued together by rest [Descartes y sus seguidores: "Y advertid que, si dos de estas pequeñas partes se tocan mutuamente sin tratar de alejarse una de otra, se precisa alguna fuerza para separarlas, por poca que sea; pues, una vez que están en esa situación, jamás ellas por sí mismas tenderán a colocarse de otra manera. Advertid también que hace falta el doble de fuerza para separar a dos que para separar a una, y mil veces más fuerza para separar a mil. De modo que si hay que separar varios millones a la vez, como quizá hay que hacer para romper un solo cabello, no es de extrañar que haga falta una fuerza bastante apreciable." Descartes, *Le Monde*, en *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery (Eds.), 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964-1974, Vol. XI, Ch. 3, pp. 12-13. Traducción al español tomada de: René Descartes, *El Mundo o el Tratado de la Luz*, introducción, traducción y notas de Ana Rojas, Madrid, Alianza Editorial, 1991, pp. 87-8.], that is, by an occult Quality, or rather by nothing; and others, that they stick together by conspiring Motions [Leibniz y sus seguidores, ver Capítulo 3, notas 65, 128 y 129], that is, by relative rest amongst themselves. I had rather infer from their Cohesión, that their Particles attract one another by some Force, which in immediate Contact is exceeding strong, at small distances performs the chymical Operations above-mention'd, and reaches not far from the Particles with any sensible Effect." *Optics*, pp. 388-9. Los corchetes son nuestros.

[129] Ver § 2.

[130] *Opticks*, Qu. 31, pp. 377, 378, 382-3. Entre los experimentos están los siguientes:

con Newton, las partículas más pequeñas de materia son cohesionadas por las atracciones más fuertes y componen partículas más grandes, cuya atracción es menor. Muchas de estas partículas más grandes se juntan en partículas aún más grandes, cuya fuerza es todavía menor y así sucesivamente, hasta llegar a las partículas más grandes, de las que dependen las operaciones químicas y los colores de los cuerpos, y las cuales, al cohesionarse, componen los cuerpos de tamaño apreciable por medio de los sentidos.[131] La fuerza atractiva de las partes también permite dar cuenta de la dureza, elasticidad, maleabilidad, blandura,

---

1. Experimentos con arsénico y jabón muestran que el arsénico está compuesto de partes fijas y volátiles fuertemente cohesionadas por una atracción mutua; y otro tanto respecto del aceite de vitriolo y el sulfuro: "When Arsenick with Soap gives a Regulus, and with Mercury sublimate a volatile fusible Salt, like Butter of Antimonym, doth not this shew that Arsenick, which is a Substance totally volatile, is compounded of fix'd and volatile Parts, strongly cohering by a mutual Attraction, so that the volatile will not ascend without carrying up the fixed? … doth not this shew [se refiere a un experimento similar al del arsénico realizado con aceite de vitriolo] that Oil of Vitriol is composed of volatile and fix'd Parts strongly united by Attraction … may it not be inferred [de otro experimento], that Sulphur is also a mixture of volatile and fix'd Parts so strongly cohering by Attraction …". Ibid., pp. 383-4. Los corchetes son nuestros.
2. La coherencia de dos láminas pulidas de mármol *in vacuo* y la altura que alcanza el mercurio en el barómetro. Si dos láminas pulidas de vidrio se juntan, de manera que estén paralelas y a muy poca distancia, y se sumergen sus lados inferiores en agua, el agua subirá entre ellas, etc., etc. Ibid., pp. 390 ss.
3. "Now by some Experiments of this kind, (made by Mr. *Hauksbee*) it has been found that the Attraction [entre dos laminas de vidrio] is almost reciprocally in a duplicate Proportion of the distance of the middle of the Drop from the Concourse of the Glasses … [etc.]" Ibid. pp. 393-4. Los corchetes son nuestros.

Estos pasajes fueron elaborados a partir del borrador *De Vi Electrica*. Cfr.: *De Vi Electrica*, *The Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 5, pp. 365-8. En ellos se encuentra la primera discusión publicada por Newton de los experimentos de Hauksbee. Ibid., p. 369, nota 8.

[131] "Now the smallest Particles of Matter may cohere by the strongest Attractions, and compose bigger Particles of weaker Virtue; and many of these may cohere and compose bigger Particles whose Virtue is still weaker, and so on for divers Succesions, until the Progression end in the biggest Particles on which the Operations in Chymistry, and the Colours of natural Bodies depend, and which by cohering compose Bodies of a sensible Magnitude." *Opticks*, Qu. 31, p. 394.

fluidez, humedad y la forma redonda de las gotas de todo fluido.[132] A gran escala, los movimientos de los astros son producidos por medio de la atracción gravitatoria. De manera análoga, casi todos los movimientos de las partículas son producidos por medio de *otras fuerzas atractivas y repulsivas* que interceden entre las partículas.[133] Nótese que la introducción de las atracciones a pequeña escala, mediante un razonamiento en base de una analogía con la gravedad, ya había sido empleado por Keill en la "*Epistola ... In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*." Sin embargo, Newton propone no sólo fuerzas atractivas sino también repulsivas, que comienzan cuando cesan las atractivas.[134] Este punto de vista habría de influir sobre Kant, quien leyó la *Óptica*.[135]

La explicación de los fenómenos relacionados con la naturaleza de los ácidos es interesante: Newton dice que las sales no son sino tierra seca y ácido diluido en agua, unidos por la atracción, de manera que la

---

[132] "If the Body is compact, and bends or yields inward to Pression without any sliding of its Parts, it is hard and elastick, returning to its Figure with a Force rising from the mutual Attraction of its Parts. If the Parts slide upon one another, the Body is malleable or soft. If they slip easily, and are of a fit Size to be agitated by Heat, and the Heat is big enough to keep them in Agitation, the Body is fluid; and if it be apt to stick to things, it is humid; and the Drops of every fluid affect a round Figure by the mutual Attraction of their Parts, as the Globe of the Earth and Sea affects a round Figure by the mutual Attraction of its Parts by Gravity." Ibid., pp. 394-5.

[133] "And thus Nature will be very conformable to her self and very simple, performing all the great Motions of the heavenly Bodies by the Attraction of Gravity which intercedes those Bodies, and almost all the small ones of their Particles by some other attractive and repelling Powers which intercede the Particles. Ibid., p. 397.

[134] 1. "And does not this Endeavour imply that they have a repulsive Force by which they fly form one another, or at least, that they attract the Water more strongly than they do one another?" Ibid., pp. 387-8.

2. "And as in Algebra, where affirmative Quantities vanish and cease, there negative ones begin; so in Mechanicks, where Attraction ceases, there a repulsive Virtue ought to succeed. And that there is such a Virtue, seems to follow form the Reflexions and Inflexions of the Rays of Light. For the Rays are repelled by Bodies in both these Cases, without the immediate Contact of the reflecting or inflecting Body. It seems also to follow from the Emission of Light. It seems also to follow from the Production of Air and Vapour." Ibid., p. 395.

[135] Ver § 19, 2.

tierra no puede volverse una sal sin la adición de tanto ácido como la haga soluble en agua. Los sabores de los ácidos resultan de la fuerte atracción por medio de la cual las partículas de ácido se precipitan sobre las partículas de la lengua y las agitan. Y así como la gravedad hace que el mar fluya alrededor de las partes más densas y pesadas del globo terrestre, la atracción hace que el ácido acuoso fluya alrededor de las partículas más densas y compactas de la tierra, para componer las partículas de sal.[136]

Algunas de estas especulaciones fueron anticipadas en *De Natura Acidorum* de 1692, donde encontramos hipótesis acerca del papel de las fuerzas atractivas en la naturaleza química de los ácidos.[137] De acuerdo con este trabajo, las partículas de los ácidos *están dotadas de una gran fuerza atractiva*, en la cual consiste su actividad. Por medio de dicha fuerza, afectan y estimulan al órgano del gusto y disuelven los cuerpos con los cuales entran en contacto. Newton considera que la naturaleza de tales partículas se ubica entre la naturaleza del agua y aquella de los cuerpos terrestres. Además, las partículas de los ácidos atraen tanto a las partículas del agua como a las de los cuerpos. Por ello, se adhieren a los cuerpos estrechamente y por todos lados en virtud de su fuerza atractiva, de manera que apenas pueden ser separadas de ellos por destilación o sublimación. Cuando son atraídas, ellas levantan, agitan y desunen las partículas de los cuerpos, disolviendo a los mismos. De esta manera, por medio de las fuerzas atractivas de las partículas de los ácidos, Newton explica una diversidad de fenómenos asociados a la actividad de los mismos, como, por ejemplo, que la acción de los ácidos sobre los cuerpos sólidos genere burbujas y los disuelva. El *De Natura Acidorum* también trata acerca de la fermentación, en la cual —según escribe Newton— hay un ácido latente o suprimido. En esta obra hay más. Las

---

[136] *Opticks*, Qu. 31, pp. 385-6.
[137] Isaac Newton, *De Natura Acidorum*, 1692, reimpreso en John Harris, *Lexicon Technicum: Or, An Universal English Dictionary of Arts and Sciences: Explaining not only the Terms of Art, but the Arts Themselves*, 2 Vols., London, Dan. Brown etc., 1704-1710, Vol. 2, junto con el original en latín; ambos reimpresos a su vez en, I. B. Cohen (Ed.), *Isaac Newton's Papers & Letters On Natural Philosophy and related documents*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1958, pp. 256-8.

partículas de las sales, *atrayendo* al agua, se evitan y alejan una de la otra tanto como pueden y así se difunden en toda el agua. [138] Por su parte, las partículas de los álcalis consisten en partículas de tierra y ácido, unidas de la misma manera, pero como los ácidos tienen una fuerza atractiva muy grande, solamente pueden ser separados de la sal por el fuego. Otras propiedades de diversos tipos de cuerpos resultan asimismo de la fuerza atractiva, entre ellas: la composición de cuerpos que no son ácidos a partir de pequeñas cantidades de partículas de ácido con partículas de tierra. En esta categoría caben los cuerpos fusibles y grasos, así como la propiedad que tienen estos cuerpos de adherirse fácilmente a otros cuerpos e inflamarse con facilidad. También es interesante la razón de que el agua no tenga una gran fuerza disolvente. A saber: que no tiene sino una pequeña cantidad de ácido en si misma, ya que todo aquello que atrae y es atraído con fuerza puede ser llamado ácido.[139]

Finalmente, es importante destacar que en el *De Natura Acidorum* se postula que las fuerzas atractivas juegan un papel en la composición de los cuerpos. Todos los cuerpos están constituidos por partículas que se atraen mutuamente. Los agregados de las partículas más pequeñas son las partículas de la *primera composición*, los agregados de estas partículas son llamadas por Newton partículas de la *segunda composición*, y así sucesivamente, hasta la última composición:

> All Bodies have Particles which do mutually attract one another: The Summs of the least of which may be called Particles of the *first Composition*, and the Collection or Aggregates arising from the, Primary Summs; or the Summs of these Summs may be call'd Particles of the *second Composition*, &c. Mercury and *Aqua Regis* can pervade those Pores of Gold or Tin, which lie between the Particles of *its last Composition* […] [140]

[138] Ibid., p. 256.
[139] Ibid., pp. 256-7.
[140] Ibid., p. 257.

CAPÍTULO III

LAS DIFICULTADES FILOSÓFICAS DE LA ATRACCIÓN

§ 14. Las criticas de Leibniz a la atracción de los Newtonianos

G. W. Leibniz pensó que todo en la naturaleza era mecánico y que también todo era metafísico. El autor de la monadología criticó reiteradamente a los ingleses por haber adscrito a la materia fuerzas atractivas y repulsivas y atacó en particular la concepción newtoniana de la gravitación. Su tesis fue que la atracción de Newton era una cualidad oculta y que, al postular tal entidad, los newtonianos recurrían a las cualidades ocultas de la escolástica, las cuales regresaban el conocimiento de la naturaleza a las tinieblas anteriores a la modernidad.

De acuerdo con Leibniz, los newtonianos no se esfuerzan por dar una razón de la gravedad, ya que piensan que ésta es esencial a la materia o que es una cualidad primitiva de la misma, en lo cual se equivocan. Por otro lado, la gravedad tampoco actúa a distancia. Según hemos visto, los seguidores de Newton llegaron a creer que la atracción obra inmediatamente a distancia y que la materia se mueve no sólo por impulso, sino también por gravedad. En cambio, para Leibniz la acción a distancia es imposible, en tanto la acción de la materia sobre otra materia se reduce a impulsos. Las fuerzas verdaderas solo pueden ser impulsos, pues la materia es pasiva e incapaz de moverse si no ha sido empujada. El punto de partida del razonamiento leibniziano es que todo en la naturaleza es mecánico. Aquí subyace el pensamiento de que la única manera posible de acción en un mecanismo se efectúa por medio de impulsos. En consecuencia, la gravedad se explica mecánicamente por

impulsión. Ahora bien, prosigue la crítica leibniziana, si no explican mecánicamente la gravedad, los newtonianos necesitan de los milagros. De manera que ellos no pueden explicar la atracción sin milagros, por cierto perpetuos. Leibniz conduce la posición de los newtonianos a la consecuencia de que su atracción universal es, o bien absurda, o bien milagrosa.[1] Y con lo último ellos disminuyen a Dios, puesto que tienen que declarar su intervención continua en el mundo para mantener impresa la atracción universal entre todas las partículas de materia.

Si bien Leibniz suscribió un mecanicismo riguroso respecto de los cuerpos, al mismo tiempo se opuso a la exclusión de la metafísica en las investigaciones acerca de la naturaleza, señalando que el punto de vista mecánico no podía dar cuenta de toda la naturaleza. Para él no bastaban meros principios sensibles. Al contrario, y como es bien sabido, sostuvo que en los fenómenos naturales todo sucede de manera mecánica y al mismo tiempo metafísica, lo cual en su filosofía quiere decir vitalmente, siguiendo causas finales, porque, según él, todo está lleno de vida y percepción.[2] Así lo expresa en su correspondencia con Burnett,[3] y en otros lugares donde encontramos formulaciones similares de esta idea.[4]

---

[1] Él llegó a acusar de esto al propio Newton.

[2] Es bien sabido que para Leibniz las verdaderas substancias son las mónadas, auténticas unidades que carecen de partes, son las fuentes de las acciones, los primeros principios absolutos de la composición de las cosas, los últimos elementos del análisis de las cosas substanciales, y están dotadas de percepción. *Systeme nouveau pour expliquer la nature des substances et leur communication entre elles, aussi bien que l'union de l'ame avec le corps*, en *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, C. I. Gerhardt Ed., 7 Vols., Georg Olms, Hildesheim, 1965, Reimpresión de la edición de Berlín, 1880, Vol. 4, pp. 482-3; *Monadologia*, en *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 6, § 1- 3, 14, 19, pp. 607, 608-609, 610.

[3] "… je croy que tout se fait mechaniquement comme veulent Democrite et Descartes, contre l'opinion de M. Morus et ses semblables; et que neantmoins tout se fait encor vitalement et suivant les causes finales, tout etant plein de vie et de perceptions, contre l'opinion des Democriticiens." Carta de Lebniz a Th. Burnett, 24 de agosto de 1697, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 3, p. 217.

[4] Ver, p. ej: *Specimen Dynamicum*, 1ª parte (1695), en Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, C. I. Gerhardt Ed., 7 Vols., Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1971. Segunda reimpresión de la edición de Berlín y Halle, 1849 -1863, Vol. 6, pp. 241-2; *Consideraciones acerca de la fuerza inserta en*

De acuerdo con el *Specimen Dynamicum,*[5] para explicar las leyes del movimiento es necesario añadir a las leyes de la extensión las leyes metafísicas de las fuerzas, ya que aparte de la magnitud y la impenetrabilidad, en los cuerpos hay otro principio, a saber: la fuerza.[6] Por ello, las leyes del movimiento no pueden deducirse del concepto de masa como extensión, como ocurría en el cartesianismo, ya que su base es otro principio, la fuerza, que se conserva en la misma cantidad.[7] Así

---

las cosas (texto tomado de Wolfgang Janke, *Leibniz. Die Emendation der Metaphysik*, Frankfurt am Main, 1963.), en Gottfried Wilhelm Leibniz, *La Reforma de la Filosofía, Specimen Dynamicum y otros Textos*, Traducciones Carlos Másmela A. y Alberto Betancourt A., Medellín, Fondo Editorial Cooperativo, 1995, pp. 79-83, p. 81; Carta de Leibniz a Hartsoeker, 30 de octubre 1710, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 3, p. 508; Carta de Leibniz a Rémond, 10 de enero de 1714, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 3, pp. 606 ss.; 2ª Carta de Leibniz a Clarke, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 7, pp. 355-6. En esto fue seguido por Wolff (ver más adelante).

[5] Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 6, p. 241.

[6] Una tesis central de la filosofía de Leibniz afirma que el concepto de fuerza puede contribuir a una explicación verdadera del concepto de substancia: "... dicam interim, notionem *virium* seu virtutis (quam Germani vocant *Krafft*, Galli *la force*) cui ego explicandae peculiarem *Dynamices* scientiem destinavi, plurimum lucis affere ad veram *notionem substantiae* intelligendam." *De primae philosophiae Emendatione ..., Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 4, p. 469. Lo constitutivo de las substancias es la fuerza activa, (*ibid.*, pp. 469-470), que es la esencia de la substancia en general, *sea material o inmaterial* (*Nouveaux essais*, Préface; *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol.5, p. 58), de modo que no hay cuerpos sin movimiento, ni substancias sin esfuerzo (*Eclaircissement du nouveau systeme ...*, § 14, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 4, p. 495). Debe tenerse en cuenta que el concepto de fuerza de la dinámica leibniziana, entendida como fuerza derivativa, que descansa sobre el concepto de entelequia primera, es diferente del concepto de fuerza de la física newtoniana, entendida como el producto de la masa por la aceleración del móvil ($F = m.a$) y como algo externo a la substancia que se mueve y aplicado sobre ella.

[7] Como Descartes, Leibniz propone un principio de conservación, pero de la fuerza, mientras que para Descartes la magnitud conservada era la cantidad de movimiento, determinada por $m.v$, el producto de la masa por la velocidad. Leibniz llama a la magnitud conservada *fuerza viva* (*vis viva*), que corresponde a lo que hoy se llama *energía cinética* y no es considerada como una fuerza. Según Leibniz, la cantidad de la fuerza viva de los cuerpos en movimiento es $m.v^2$, el producto de la *masa* por el cuadrado de la *velocidad*. Sobre esto hubo mucha discusión entre cartesianos y Leibnizianos desde el siglo XVII hasta la

pues, además de los principios matemáticos —y por ende de los principios mecánicos—, debe haber principios metafísicos, cognoscibles sólo a través del espíritu y no por medio de la experiencia, respecto de la cual son independientes. Al concepto de masa material hay que agregar —piensa Leibniz— un principio superior formal, que es la *forma* o *entelequia*, la cual puede ser caracterizada también como *fuerza*.[8]

---

primera mitad del siglo XVIII. En Prusia, Leonhard Euler pensó que la expresión correcta era la cartesiana, mientras que Wolff y sus seguidores tomaron partido por la formulación leibniziana. Otras figuras también intentaron determinar la magnitud de la fuerza viva, aunque infructuosamente, entre ellos Inmanuel Kant. En su primera obra publicada, que lleva por titulo: *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendingen Kräfte und Beurtheilung der Beweise derer sich Herr von Leibnitz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedienet haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen, durch Inmanuel Kant* (*Pensamientos sobre la verdadera apreciación de las fuerzas vivas y juicio de la prueba de la cual se han servido el Sr. von Leibnitz y otros mecánicos en esta disputa, junto con algunas consideraciones precedentes que conciernen a la fuerza del cuerpo en general, por Inmanuel Kant*), escritos en 1746 y publicados en 1749, Kant distingue dos tipos de movimientos. El primero debe estar contenido en los cuerpos y continuar hasta el infinito, en caso de que no se presente ningún obstáculo, y se rige por la fórmula leibniziana, mientras que el segundo tipo de movimiento debe cesar tan pronto la fuerza activa cesa, y se rige por el principio cartesiano. La solución correcta, $\frac{1}{2}\, m.v^2$, fue descubierta por Jean Le Rond D'Alembert en su *Traité de dynamique* de 1743. Ver J. L. D'Alembert, *Oeuvres Complètes*, 5 Vol., Paris, 1821-1822, Vol. 1, pp. 398-399.

[8] *Specimen Dynamicum*, en Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 6, pp. 241-2. ["Encontré de ahí en adelante, prescindiendo de otros argumentos, la confirmación de que debe suponerse en el cuerpo otro principio, fuera de la magnitud y la impenetrabilidad, a partir del cual pueda establecerse la consideración de las fuerzas. Sólo si se añaden sus leyes metafísicas a las leyes de las extensión, se producen las reglas del movimiento, que he denominado sistemáticas: todo cambio se realiza continuamente, a toda acción corresponde una reacción, y la nueva fuerza no puede originarse sin disminución de la fuerza anterior, el cuerpo que arrastra consigo otro siempre tiene que padecer un retraso de éste, de tal manera que en el efecto como en la causa no hay contenida ni más ni menos potencia. Dado que esta ley no puede deducirse del concepto de la masa (simplemente extensa), debe servirle entonces necesariamente de base otro principio inherente a los cuerpos: la fuerza misma que se conserva siempre con la misma cantidad, aunque ella es ejercida por diferentes cuerpos. De aquí extraje la conclusión de que además de los puros

Para pasar de la matemática a la física se requiere del principio de razón suficiente, ya que con base en este principio se demuestran los principios dinámicos —que son independientes de la matemática— junto con la metafísica y la teología natural.[9] De esta manera, según la filosofía de Leibniz es necesario que la dinámica esté fundada en la metafísica.[10]

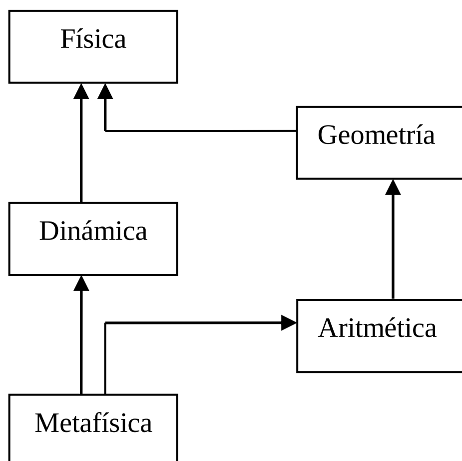
---

principios matemáticos, sometidos a la imaginación, tienen que admitirse algunos principios metafísicos, los cuales sólo son cognoscibles con el espíritu, y que al concepto de la masa material debe agregarse un principio superior, de cierto modo formal. Pues no todas las verdades sobre las cosas corporales pueden comprobarse a partir de simples axiomas lógicos y geométricos, a saber, aquellos axiomas sobre lo grande y lo pequeño, el todo y la parte, la forma y el lugar, sino que deben añadirse otros, sobre la causa y el efecto, la acción y el padecer, para dar cuenta del orden de las cosas a través de explicaciones racionales. Si caracterizamos aquel principio como *forma*, o εντελέχειαν, o como *fuerza*, para nada importa si recordamos de que sólo mediante el concepto de las fuerzas se encuentra una explicación comprensible." Traducción al castellano tomada de: G. W. Leibniz, *La Reforma de la Filosofía, Specimen Dynamicum y otros Textos*, p. 52.]

[9] "Mais pour passer de la Mathematique à la Physique, il faut encor un autre Principe, comme j'ay remarqué dans ma Theodicée, c'est le Principe du besoin d'une Raison suffisante ; c'est que rien n'arrive, sans qu'il y ait une raison pourquoy cela soit ainsi plustost qu'autrement. … Or par ce principe seul, savoir: qu'il faut qu'il y ait une raison suffisante, pourquoy les choses sont plustost ainsi qu'autrement, se demonstre la Divinité, et tout le reste de la Metaphysique ou de la Theologie Naturelle, et même en quelque facon les Principes Physiques independans de la Mathematique, c'est à dire les Principes Dynamiques ou de la Force." 2ª carta de Leibniz a Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, pp. 355-6; ver también la 5ª carta a Clarke, ibid., p. 419. Como es sabido, Leibniz formula reiteradamente el principio de razón suficiente, por ejemplo: "Principium ratiocinandi fundamentale est, *nihil esse sine ratione*, vel ut rem distinctius explicemus, nullam esse veritatem, cui ratio non subsit." *Conséquences Métaphysiques du Principe de Raison*, en Louis Couturat, *Opuscules et Fragments Inédits de Leibniz. Extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre*, Paris, Félix Alcan, 1903, pp. 11-16, p. 11.

[10] La conexión necesaria de la metafísica y la dinámica leibnizianas ha sido mostrada por diversos intérpretes, entre ellos Couturat, Op. Cit., y Gueroult, *Dynamique et métaphysique leibniziennes*¸ Paris 1934. A este respecto ver también: G. W. Leibniz, *Marginalia in Newtoni Principia Mathematica*, Editio prima ab E. A. Fellmann, Paris, Vrin, 1973, pp. 119 ss. o 123 ss.

El lugar de la física y la dinámica en su filosofía puede verse en el siguiente esquema:[11]



Desde esta perspectiva, Leibniz tenía que chocar con Newton y sus seguidores, a quienes no preocupa como a él encontrar una fundamentación metafísica de la ciencia de la naturaleza, pues consideran suficiente ofrecer como explicación de los fenómenos sus leyes empíricas y deducirlos a partir de las mismas.[12] Sin embargo, los newtonianos no carecen de una metafísica, de la cual forman parte la concepción del espacio y el tiempo como entes absolutos, así como una teología peculiar. Debido a esto, Leibniz entra en conflicto con Newton no sólo porque piensa que es necesario que haya una metafísica a la base de la física, sino también porque está en desacuerdo con los contenidos de la metafísica de Newton. Así pues, la metafísica más refinada y sólida de Leibniz se enfrentó con la metafísica y la teología, mas bien *naïves*, de Newton, y con la metafísica y la teología aún más ingenuas de sus seguidores.

---

[11] Hemos tomado el esquema de E. A. Fellmann, G. W. Leibniz, *Marginalia in Newtoni Principia Mathematica*, pp. 120 y 124, quien se basa en Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 6, p. 100.

[12] E. A. Fellmann, G. W. Leibniz, *Marginalia in Newtoni Principia Mathematica*, pp. 119 ss o p. 123 ss., cree que Leibniz ha debido censurar la escisión entre la mecánica y las leyes del pensamiento que hay en el newtonianismo como una violación grave del principio de continuidad, tan importante en su filosofía. Esta sería una razón adicional de conflicto.

Adicionalmente, otro desacuerdo, esta vez relativo a la naturaleza de la atracción, separaba al filósofo de las mónadas del newtonianismo. Descartes había establecido una física sobre la base de principios claros y distintos, dejando a un lado las formas substanciales de la escolástica, así como sus cualidades, en tanto eran cualidades ocultas, que no explicaban nada. De acuerdo con la formulación cartesiana de la ley de inercia, los cuerpos sólo pueden moverse si otro cuerpo actúa sobre ellos y no por obra de algún principio interno de cambio. De este modo, la física cartesiana explicaba los movimientos mecánicamente, a partir de impulsos y choques, considerados como la única manera en que se podía concebir clara y distintamente la acción de un cuerpo sobre otro. No sólo Descartes, sino también los demás fundadores de la ciencia moderna —principalmente Galileo, pero asimismo Boyle y otras figuras menores— habían establecido el pensamiento mecanicista dominante en física. A tal manera de ver la naturaleza también contribuyó el filósofo Hobbes.

Leibniz fue un fiel seguidor de esta corriente de pensamiento. Por ello denuncia a los ingleses —quienes han vuelto a adscribir a la materia fuerzas atractivas y repulsivas[13]— y ataca la concepción newtoniana de la atracción.[14] En primer lugar, critica a los newtonianos por recurrir a cualidades ocultas cuando no pueden ofrecer una explicación de la gravedad.[15] En efecto, ellos no dan una razón de la gravedad y Leibniz

---

[13] Ver, por ejemplo, el *Antibarbarus Physicus pro Philosophia Reali contra renovationes qualitatum scholasticarum et intelligentiarum chimaericarum*, en *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, pp. 338 ss, que está dedicado a criticar a Keill y sus seguidores. "Novissime in Anglia quidam *Vires Attractivas* et *repulsivas* revocare sunt conati, de quibus mox amplius." Ibid., p. 340.

[14] Ver la 5ª carta de Leibniz a Clarke, pp. 418-19. Para la 5ª respuesta de Clarke a Leibniz, ver ibid., pp. 439-40.

[15] "Aliis placet recurrere ad *Qualitates occultas* aut *Facultates scholasticas*, sed quia eas Philosophi et Medici barbari infames ..... mutato nomine vocant Vires [puntos suspensivos en el original]. Sed verae vires corporeae non sunt nisis unius generis, nempe quae per impetus impressos exercentur, veluti cum corpus aliquod projectum est, qui etiam in motibus insensibilibus locum habent. Illi vero vires fingunt peculiares et variant prout opus habent. Proferunt faculates attractrices, retentrices, repulsivas, directivas, expansivas, contractivas." *Antibarbarus Physicus pro Philosophia Reali contra renovationes qualitatum scholasticarum et intelligentiarum chimaericarum,* en *Die philosophischen*

los señala por pensar que se trata de una cualidad esencial y primitiva de la materia,[16] lo cual es cierto de newtonianos como Keill, aunque no del propio Newton, como hemos visto anteriormente. Leibniz reconoce el gran valor científico de la explicación newtoniana de los movimientos planetarios bajo el supuesto de la gravitación universal, aún cuando no se haya dado una explicación de la gravitación misma, pero considera un grave error pensar que la gravedad es una causa adecuada, de manera tal que nada queda por averiguar. También le parece equivocado atribuir la atracción a la esencia de la materia o afirmar que la materia tiene una fuerza atractiva primitiva, no reducible a impulsos, pues semejante pensamiento conduce a postular de nuevo las cualidades ocultas primitivas, de las cuales había sido purgada la filosofía.[17] Las cualidades ocultas —protesta él una y otra vez— nos regresan a las tinieblas y son

---

Schriften von Leibniz, Vol. 7, p. 338, este texto también se encuentra en Pierre Costabel, *Leibniz et la Dynamique*, Paris, Hermann, 1960, p. 55. Los corchetes son nuestros. Ver también: Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, p. 519; Carta de Leibniz a Hartsoeker, 8 de febrero de 1712, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, p. 535; Carta de Leibniz a Conti, 25 de noviembre de 1715 (Extracto de C. I. Gerhardt (ed.), *Der Briefwechsel von Gottfried Wilhelm Leibniz mit Mathematikern*, Berlin, reprinted, Georg Olms, Hildesheim, 1962, pp. 262-267), *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. 251-3, pp. 251, 252-3, esta carta fue escrita a Conti para que Newton la viera, ibid., p. 254, nota 2.

[16] *Antibarbarus Physicus pro Philosophia Reali ...*, p. 338 ; Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, p. 519.

[17] "Cependant je ne diray pas pour cela que la pesanteur soit quelque chose d'originaire et d'essentiel aux corps, en sorte qu'ils s'attirent egalement les uns les autres selon les masses et les distances. Ce seroit retourner a ces qualités occultes primitives, dont la philosophie a été purgée. Et je ne dout point que l'attraction ne vienne de l'impulsion." Carta de Leibniz a Hartsoeker, 8 de febrero de 1712, p. 535. Ver también *Conséquences Métaphysiques du Principe de Raison*, en Louis Couturat, *Opuscules et Fragments Inédits de Leibniz*, pp. 11-12 : "Exempli causa, si quis statuat esse in materia vim quandam attractivam <primitivam, atque adeo ex intelligibilibus corporis notionibus, magnitudine nempe figura et motu non derivabilem, velitque per hanc vim attractivam fieri> corpora sine ullo impulsu ad corpus aliquod tendant, uti quidam gravitatem concipiunt tanquam gravia a corpore telluris attrahantur, <aut velut sympathia quadam ad eam alliciantur, ita ut ulterior rei ratio ex corporum natura reddi nequeat,> neque explicabilis sit attrahendi modus; is agnoscit nullam rationem subesse huic veritati <quod lapis tendit ad terram>." Aquí hay una alusión a los newtonianos, ibid., p. 12, nota; Cfr.: *Antibarbarus Physicus* ... , pp. 337-44.

una recaída en el barbarismo del cual la filosofía había sido liberada por los fundadores de la filosofía mecánica —entre otros Galileo, Boyle, Hobbes y Descartes—, quienes habían mostrado que todo ocurre mecánicamente en la naturaleza, dejando a un lado las nociones quiméricas. [18] Para Leibniz, las cualidades ocultas —así como la existencia del vacío o de los átomos— son propuestas cuando no se toma en cuenta, o se rechaza, el *principio de razón suficiente*, fundamento de todos los razonamientos en metafísica. El piensa que por medio de este

[18] Ver, p. ej.: i.- *Antibarbarus Physicus pro Philosophia Reali …*, p. 338: "Iidem nobis alias hujusmodi Qualitates occultas dare minantur, ut tandem nos in regnum tenebrarum reducant." ii.- "Qui ergo ostenderunt supposita gravitate planetarum in se invicem explicari posse Astrorum Leges, magnum operae pretium fecerunt, etsi rationem Gravitatis non reddiderint. Sed si quidam pulchro hoc invento abutentes putent redditam esse rationem ita sufficientem, ut nihil supersit cujus ratio quaeri possit, gravitatemque esse rem essentialem materiae, relabantur in *Barbarismum Physicum* et *occultas Scholaticorum qualitates*." Ibid., pp. 338-9. iii.- "Galilaeus Galilei, Joachimus Jungius, Renatus Cartesius, Thomas Hobbesius, quibus demtis Atomis et Vacuo Gassendum addere possis et qui hos secuti sunt, plane purgarunt Physicam ab inexplicabilibus chimaeris, et revocato Archimedeo usu Matheseos in Physicis plane purgarunt Philosophiam ab inexplicabilibus chimaeris, et docuerunt omnia in natura corporea debere explicari Mechanice. Sed (ut jam taceam Hypotheses Mechanicas parum firmas quibus nimium sibi indulsere) non satis agnovere vera Metaphysica principia et rationes motus legesque naturae quae inde pendent." Ibid., p. 343. iv.- "Du temps de Monsieur Boyle et d'autres exellens hommes qui fleurissoient en Angleterre sous les commencements de Charles II, on n'auroit pas osé nous debiter des notions si creuses. J'espere que ce beau temps reviendra sous un aussi bon Gouvernement que celuy d'a present, et que les esprits un peu trop divertis par le malheur des temps, retourneront a mieux cultiver les connoisances solides. Le capital de M. Boyle étoit d'inculquer que tout se faisoit mechaniquement dans la Physique. Mais c'est un malheur des hommes, de se dégouter enfin de la raison meme, et de s'ennuyer de la lumiere. Les chimeres commencent a revenir, et plaisent parce qu'elles ont quelque chose de merveilleux. Il arrive dans le pays Philosophique ce qui est arrivé dans le pays Poetique. On s'est lassé des Romans raisonnables, tels que la Clelie Francoise, ou l'Aramene Allemande, et on est revenu depuis quelque temps aux Contes des Fées." 5a carta de Leibniz a Clarke, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 7, p. 417.

principio las anteriores quimeras se anulan, en tanto no es posible dar razón de ellas.[19]

Leibniz acusa a los newtonianos, mencionando expresamente a Newton, de rehabilitar en Inglaterra la acción a distancia, rechazada por los filósofos modernos.[20] Esto no es cierto de Newton, sino de Keill —el cual no lo dice expresamente, aunque sus escritos muestran que pensaba de esa manera— y otros newtonianos menores, quienes tratan a la atracción como *actio in distans.*[21] En la polémica que sostuvo con Leibniz, uno de ellos, Samuel Clarke, concede que la atracción sin mediación es una contradicción —aunque no un milagro, la principal

---

[19] "Hoc principium omnes qualitates ocultas inexplicabiles aliaque similia figmenta profligat. Quotiescunque enim autores introducunt qualitatem aliquam occultam primitivam, toties in hoc principium impingunt." *Conséquences Métaphysiques du Principe de Raison*, en Couturat, *Opuscules et Fragments Inédits de Leibniz,* p. 11 ; "… j'ose dire qu'une grande partie des fautes qu'on fait dans le raisonnement, vient de ce qu'on observe pas bien ce grand principe, que rien n'arrive dont il n'y ait une raison suffisante … Ce principe suffit luy seul pour détruire le vuide, les Atomes, les qualités occultes … et quantité d'autres fictions." Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, p. 519. "J'ose dire que sans ce grand Principe, on ne sauroit venir a la preuve de l'existence de Dieu, ny rendre raison de plusieurs autres vérités importantes. … Tout le monde ne s'en est il point servi en mille occasions? Il est vray qu'on l'a oublié par négligence en beaucoup d'autres, mais c'est la justement l'origine des chimères, comme par exemple d'un temps ou d'un espace absolu réel, du vuide, des Atomes, d'une attraction a la Scholastique, de l'influence physique entre l'âme et le corps, et de mille autres fictions, tant de celles qui sont restées de la fausse persuasion des anciens, que de celles qu'on a inventées depuis peu. … N'est ce pas a cause de la violation de ce grand Principe, que les anciens se sont déjà moqués de la déclinaison sans sujet des Atomes d'Epicure ? Et j'ose dire que l'Attraction a la Scholastique qu'on renouvelle aujourdhuy, et dont on ne se moquoit pas moins il y a 30 ans ou environ, n'a rien de plus raisonnable." 5ª carta de Leibniz a Clarke, pp. 419-20.

[20] En los *Essais de Théodicée* de 1710 Leibniz critica públicamente los puntos de vista de Newton: "Cependant l'opération en distance vient d'être réhabilitée en Angleterre par l'excellent M. Newton, qui soutient qu'il est de la nature des corps de s'attirer et de peser les uns sur les autres, a proportion de la masse d'un chacun et des rayons d'attraction qu'il reçoit." *Essais de Théodicée*, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 6, pp. 60-1. Ver también *Antibarbarus Physicus*, p. 342.

[21] Nos hemos ocupado de esto en el capítulo anterior

acusación de Leibniz—, [22] pero responde que el medio puede ser diferente al mecanismo.[23] La atracción gravitatoria no tiene fundamento mecánico, acepta Clarke. Aún así, si el medio que la transmite actúa regular y constantemente, puede ser llamado natural.[24] No obstante, esta respuesta no satisface a Leibniz, en tanto no hay un medio natural que pueda producir la atracción. Si el medio es Dios, la atracción sería un milagro y si no es Dios, la atracción sobrepasaría las fuerzas de las criaturas. Si el medio es regular, como dice Clarke, sería razonable, por lo tanto no natural y si es natural, debería poder explicarse por las naturalezas de las cosas creadas.[25] Así pues, Leibniz critica el punto de vista de los Newtonianos, quienes afirman que la materia se mueve no sólo por impulso, sino también por gravedad. Leibniz se queja de que

---

[22] Examinaremos esto más adelante.

[23] "That One Body should attract another sans aucun moyen, is indeed not a Miracle, but a Contradiction: For 'tis supposing something to act where it is not. But the moyen by which Two Bodies attract each other, may be invisible and intangible, and of a different nature from Mechanism; and yet, acting regularly and constantly, may well be called natural; being much less wonderful than Animal-motion, which yet is never called a Miracle. … If the word, natural Forces, means here Mechanical; then all Animals, and even Men, are as mere Machines as a Clock. But if the word does not mean, mechanical Forces; then Gravitation may be effected by regular and natural Powers, though they be not Mechanical." 4ª Respuesta de Clarke a Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 7, p. 388.

[24] De acuerdo con esto, puede haber fuerzas naturales no-mecánicas.

[25] "J'avois objecté, qu'une Attraction proprement dite, ou a la Scholastique, seroit une opération en distance, sans moyen. On répond icy qu'une Attraction sans moyen seroit une contradiction. Fort bien : mais comment l'entend on donc, quand on veut que le Soleil a travers d'un espace vuide attire le globe de la terre ? Est ce Dieu qui sert de moyen ? Et ce seroit un miracle ; s'il y en a jamais eu, cela surpasseroit les forces des créatures. … Ou sont-ce peutetre quelques substances immatérielles, ou quelques rayons spirituels, ou quelque accident sans substance, quelque espèce comme intentionnelle, ou quelque autre je ne say quoy qui doit faire ce moyen prétendu? Choses dont il semble qu'on a encore bonne provision en tête, sans assés s'expliquer. … Ce moyen de communication est (dit-on) invisible, intangible, non mechanique. On pouvoit adjouter avec le même droit, inexplicable, non intelligible, précaire, sans fondement, sans exemple. … Mais il est régulier (dit-on), il est constant, et par conséquent naturel. Je réponds, qu'il ne sauroit étre regulier sans étre raisonnable, et qu'il ne sauroit étre naturel, sans étre explicable par les natures des creatures." 5a carta de Leibniz, p. 418.

incluso filósofos como Locke hayan admitido la atracción. En una carta a Burnett[26] denuncia que, bajo influjo de los *Principia Mathematica* de Newton, en la segunda edición de su *Essay*, Locke cambió el punto de vista de la primera edición —a saber: que los cuerpos actúan sólo por impulsión— para admitir que la materia se puede mover por medio de la atracción, de lo cual también acusa a Bentley —Leibniz alude a la *Confutation of Atheism*—.[27]

---

[26] Este es el mismo Burnet cuya *Telluris Theoria Sacra* fue objetada en *An Examination of Dr. Burnet's Theory of the Earth* de Keill. La primera carta de Leibniz es de enero 1698 (Keill publicó en ese año su dura y ácida crítica a la teoría de la tierra del cartesiano Burnet, ver la primera parte de esta investigación, Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad*, *Volumen 1*, *John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud*, Publicación Independiente, Caracas, 2019, § 2, pp. 36 ss.) y la correspondencia entre ambos duró hasta 1713.

[27] El siguiente texto proviene de un escrito dirigido contra Locke, enviado por Leibniz junto con una carta a Burnett, de fecha desconocida, pero que —de acuerdo con Gerhardt— debe haber sido escrita no mucho después de la muerte del elector Ernst August (de Hannover) el 23 de enero de 1698: "Monsieur Lock va même jusqu'à rétracter ce qu'il avoit dit dans son Essay livre 2. chap. 8. §. 11, que les corps n'agissent que par impulsion, et nous promet de le vouloir changer dans la première réimpression de son ouvrage, persuadé para la lecture de celuy de l'excellent Monsieur Newton, qu'il y a une attraction dans la matière même a un distance quelconque. Ce que le très scavant M. Bentley employe aussi dans ses beaux sermons contre l'Atheisme, qu'il a faits suivant le testament de feu M. Boyle." *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 3, p. 228. Leibniz vuelve a repetir esta crítica en una carta del año siguiente: "J'ay trouvé un endroit remarquable dans la réplique de Monsieur Lock. C'est qu'ayant veu comment Mons. Newton explique si bien quantité de phénomènes de la nature en supposant la gravité ou attraction de la matière a la matière, il veut rétracter ce qu'il avoit dit dans son Essay de l'entendement que la matière n'a du mouvement que par l'impulsion d'un autre corps. Monsieur Bentley dans ses sermons a encor bien fait valoir cette belle considération de Monsieur Newton. " Carta de Leibniz a Th. Burnett, falta el final, así como el lugar y fecha, pero en todo caso la carta debe haber sido escrita en 1699, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Vol. 3, pp. 259-60. Y la acusación aparece públicamente en la *Teodicea* de 1710: " … sur quoy le célèbre M. Lock a déclaré en répondant a M. l'Evêque Stillingfleet, qu'après avoir vu le livre de M. Newton, il rétracte ce qu'il avoit dit luy même, suivant l'opinion des modernes, dans son Essai sur l'entendement, savoir qu'un corps ne peut opérer immédiatement sur un autre qu'en le touchant par sa superficie, et en

Hemos dicho en varias ocasiones que para Leibniz —como antes para Descartes— todo en la naturaleza es mecánico[28] y todo movimiento se origina en otro movimiento.[29] Ahora bien, ¿cómo se concilia esto con la existencia de principios metafísicos como la *forma, entelequia,* o *fuerza activa*? La fuerza activa leibniziana es un principio activo de los cuerpos, que está por encima de los meros conceptos materiales —es decir: la impenetrabilidad, la figura y la extensión— y en cierto sentido puede llamarse un *principio viviente,* si bien no a la manera del *principio hylarquico* de Henry More[30]. Ahora bien, esto no niega que todos los fenómenos corpóreos puedan explicarse por causas mecánicas. El lector recordará que para Leibniz las leyes mecánicas no son las primeras causas de las cosas, sino que proceden de principios más elevados (con lo cual de paso busca satisfacer tanto a la religión como a la ciencia). Por lo tanto, para explicar los principios más generales, los más distantes, se requiere una causa actuante más elevada que las causas mecánicas. Sin embargo, una vez que se han fijado estos principios, las *almas* o *entelequias* ya no deben ser admitidas —así como ningún principio metafísico o teológico— en la determinación de las causas más próximas y particulares de los fenómenos corporales, que habrán de ser solamente

---

le poussant par son mouvement : et il reconnoit que Dieu peut mettre des propriétés dans la matière, qui la fassent opérer dans l'éloignement." *Essais de Théodicée,* en *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* Vol. 6, pp. 60-1.

[28] Ver, p. ej. : *Conséquences Métaphysiques du Principe de Raison,* en Couturat, *Opuscules et Fragments Inédits de Leibniz,* p. 12 : "Hinc consequens est, omnia in corporibus fieri mechanice, id est per <intelligibiles corporum qualitates nempe> magnitudines figuras et motus …" ; el siguiente pasaje también es interesante a este respecto : "Les Forces naturelles des corps sont toutes soumises aux loix mechaniques; et les forces naturelles des esprits sont toutes soumises aux loix morales. Les premières suivent l'ordre des causes efficientes ; et les secondes suivent l'ordre des causes finales. Les premières opèrent sans liberté, comme une montre; les secondes sont exercées avec liberté, quoyqu'elles s'accordent exactement avec cette espèce de montre qu'une autre cause libre supérieure a accommodée avec elles par avance." 5ª carta de Leibniz a Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 419.

[29] *Specimen Dynamicum***,** Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 6, p. 235.

[30] Criticado por Leibniz, quien toma distancia del mismo, insistiendo en que su fuerza activa no es un principio semejante. En relación con el *principio hylarquico* ver capítulo 1, § 4, nota 148.

mecánicas. La razón de ello en la metafísica de Leibniz es que la causa actuante primera y más universal —Dios— no puede mezclarse en el tratamiento de los problemas singulares.[31] La materia es pasiva, las fuerzas verdaderas son sólo impulsos,[32] y por lo tanto, Leibniz insiste una y otra vez en que la gravedad se explica mecánicamente por medio de la comunicación del movimiento en base de impulsión.[33] En una cordial carta escrita a Newton en 1692/3, antes de las disputas, Leibniz elogiaba el tratamiento matemático de la naturaleza de los *Principia Mathematica* y en particular la deducción de las elipses de Kepler a partir de la atracción gravitatoria, expresando, no obstante, su pensamiento de que esta es causada o regulada por el movimiento de un medio fluido.[34]

---

[31] *Specimen Dynamicum*, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 6, pp. 242-3.

[32] *Antibarbarus Physicus pro Philosophia Reali*, en *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 338.

[33] Carta de Leibniz a Th. Burnett, 1699, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, p. 260; *Antibarbarus Physicus*, p. 342; Carta de Leibniz a Hartsoeker, 8 de febrero de 1712, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, pp. 533-4; Carta de Leibniz a Conti, 25 de noviembre de 1715 (Extracto de C. I. Gerhardt (ed.), *Der Briefwechsel von Gottfried Wilhelm Leibniz mit Mathematikern*, pp. 262-267), *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. 251-3, p. 251.

[34] "Sed super omnia optem, ut Geometricis absolutus naturam uti coepisti, Mathematicè tractare perigas, in quo certè tu unus cum paucissimis ingens operæ pretium fecisti. Mirificum est, quod invenisti, Ellipses Keplerianas prodire, si tantummodo attractio sive gravitatio et trajectio in planeta concipiantur, tametsi enim eò inclinem, ut credam hæc omnia fluidi ambientis motu sive effici sive regi, analogia gravitatis et magnetismi apud nos ; nihil tamen ea res dignitati et veritati inventi tui detraxerit." Carta de Leibniz a Newton, 7 de marzo de 1692/3, en *The Correspondence of Newton*, Vol. 3, p. 257. ["But above all I would wish that, perfected in geometrical problems, you would continue, as you have begun, to handle nature in mathematical terms; and in this field you have by yourself with very few companions gained an immense return for your labour. You have made the astonishing discovery that Kepler's Ellipses result simply from the conception of attraction or gravitation and passage in a planet. And yet I would incline to believe that all these are caused or regulated by the motion of a fluid medium, on the analogy of gravity and magnetism as we know it here. Yet this solution would not at all detract from the value and truth of your discovery." Traducción al inglés: Ibid., p. 258.] La respuesta de Newton, también cordial, señala, sin embargo, que la materia que llena los cielos tendría que ser muy fina. Además, los vórtices tendrían que ser

Las disputas sobre la naturaleza de la atracción, unidas a las discusiones sobre el vacío se apoyan en divergencias entre la metafísica de Leibniz, por un lado, y, por el otro, la de Newton y sus seguidores. Estas discrepancias a su vez conducen a querellas teológicas. En su tercer

---

descartados porque no contribuirían a la regularidad de los movimientos de los planetas y cometas, sino que los perturbarían. Según Newton, hay que desalojar los cielos de cuanta materia sea posible, porque de lo contrario los movimientos de los planetas y cometas serían impedidos, o se volverían irregulares. [Newton habría de incorporar posteriormente este argumento a la edición latina de 1706 de la *Óptica*. Isaac Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ta. Edición, London, 1730, Qu. 28, pp. 364-365. Esta *Query* corresponde a la *Quaestio* 20 de la edición latina de 1706. Nos hemos referido al argumento de la *Óptica* en el Cap. 1, § 1, ver el pasaje correspondiente en la nota 7.**]** Como los fenómenos de los planetas y del mar se siguen precisamente de la gravedad de acuerdo con la ley por él descrita, Newton informa a Leibniz que ha concluido que todas las otras causas deben ser rechazadas. "At cælos materia aliqua subtili[s] nimis implere videtur. Nam cum motus cælestes sint magis regulares quam si a vorticibus orirentur & leges alias observent, adeo ut vortices non ad regendos sed ad perturbandos Planetarum et Cometarum motus conducant; cumque omnia cælorum et maris phænomena ex gravitate sola secundum leges a me descriptas agente accuratè quantùm sentio sequantur, & natura simplicissima sit; ipse causas alias omnes abdicandas judicavi et cælos materia omni quantum fieri licet privandos ne motus Planetarum et Cometarum impediantur aut reddantur irregulares. At interea siquis gravitatem una cum omnibus ejus legibus per actionem materiæ alicujus subtilis explicuerit & motus Planetarum et Cometarum ab hac materia non perturbatos [*sic*] iri ostenderit, ego minime adversabor." Carta de Newton a Leibniz, 16 de octubre de 1693, *The Correspondence of Newton*, Vol. 3, p. 286. los corchetes están en el original. ["But some very fine matter seems to fill the heavens. For since celestial motions are more regular than if they arose from vortices and observe other laws, so much so that vortices contribute not to the regulation but to the disturbance of the motions of planets and comets; and since all phenomena of the haeavens and of the sea follow precisely, so far as I am aware, from nothing but gravity acting in accordance with the laws described by me; and since nature is very simple, I have myself concluded that all other causes are to be rejected and that the heavens are to be stripped as far as may be of all matter, lest the motions of planets and comets be hindered or rendered irregular. But if, meanwhile, someone explains gravity along with all its laws by the action of some subtle matter, and shows that the motion of planets and comets will not be disturbed by this matter, I shall be far from objecting." Traducción al Inglés: Ibid., p. 287.]

escrito a Clarke, Leibniz expone algunos de los puntos de desacuerdo a los cuales acaban por llevar las mencionadas divergencias:

> Je n'ay jamais donné sujet de douter, si la conservation de Dieu est une preservation et continuation actuelle des Etres, pouvoirs, ordres, dispositions et motions; et je crois l'avoir peutetre mieux expliqué que beaucoup d'autres. Mais dit on: *This is All that I contended for*; c'est en cela que consiste toute la dispute. A cela je réponds: Serviteur très humble. Nostre dispute consiste en bien d'autres choses. La question est, Si Dieu n'agit pas le plus regulierement et le plus parfaitement? Si sa machine est capable de tomber dans des désordres, qu'il soit obligé de redresser par des voyes extraordinaires? Si la volonté de Dieu est capable d'agir sans raison? Si l'espace est un être absolu? en quoy consiste la nature du miracle? et quantité de question semblables, qui font une grande séparation." [35]

Tanto Newton como la mayoría de sus seguidores tenían una profunda preocupación religiosa. Para estos filósofos de la naturaleza era importante probar que sus principios y sólo ellos preservaban la verdadera religión, en tanto se oponían al materialismo y demostraban la existencia de Dios. En su pensamiento, esto a la vez constituía una confirmación de dichos principios. Por eso, la acusación leibniziana —con la cual se inicia la disputa con Clarke— de que la religión se debilitaba en Inglaterra por obra de los principios newtonianos, no podía sino suscitar una viva reacción de parte de los ingleses.[36] Leibniz atacó dos aspectos de la filosofía newtoniana que disminuyen la perfección de Dios y de su obra. En primer lugar, la concepción del espacio como *sensorio* de Dios, que había aparecido en la *Óptica*,[37] la cual —a sus ojos— equivale a decir que Dios necesita un órgano para sentir las criaturas. En segundo lugar, Leibniz objeta la suposición newtoniana de

---

[35] 3ª carta de Leibniz a Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 366. Leibniz se refiere al siguiente pasaje de la 2ª respuesta de Clarke: "If God's conserving all Things, means his Actual Operation and Government in preserving and continuing the Beings, Powers, Orders, Dispositions and Motions of all things; this is all that is contended for." Ibid, p. 362.

[36] Polémica Leibniz-Clarke, 1ª carta de Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 352.

[37] *Opticks*, Qu. 20 de la edición latina de 1706 (Qu. 28 de la edición inglesa de 1717), p. 370.

que Dios necesita intervenir continuamente en el mundo para mantenerlo en movimiento, pues, si ello es así, la obra de Dios es imperfecta, lo cual disminuye su sabiduría y poder.[38]

A las acusaciones de Leibniz, el reverendo Samuel Clarke responde afirmando que los *principios matemáticos de la filosofía* (natural) se oponen tanto al materialismo como al ateismo y que solo ellos prueban que la materia es la parte más pequeña del universo.[39] La diferencia entre

---

[38] Ver, p. ej.: 3ª carta de Leibniz a Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 379; 4ª carta de Leibniz a Clarke, pp. 375-6; Carta de Leibniz a Bernoulli, 27 de mayo de 1716, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 3/2, pp. 962-4, p. 964; la carta está también en *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. 353-6, p. 354.

[39] Clarke también sostiene esto en sus notas a la física de Rohault: "Hence [de los principios de Newton] it follows, that there is really a *Vacuum* in Nature, and that it is much the greatest Part. For since Gravity is an universal Affection of Matter, if we suppose the World to be full, it would follow, that all Bodies would be equally heavy: which is very absurd." Jacques Rohault, *A System of Natural Philosophy. A Facsimile of the Edition and Translation by John and Samuel Clarke Published in 1723*, 2 Vols., Johnson Reprint Corporation, New York and London, 1969, vol. 2, p. 97, nota, los corchetes son nuestros. Este razonamiento se apoya en uno semejante, que había sido propuesto por John Keill (*Introdutio Ad Veram Physicam: seu Lectiones Physicæ Habitæ in Schola Naturalis Philosophiæ Academiæ Oxoniensis. Quibus accedunt Christiani Hugenii Theoremata de Vi Centrifuga & Motu Circulare demonstrata*, 2ª Edición, Oxoniæ, 1705, Lectio X, Theo. IX, pp. 100-101) y estaba inspirado en un argumento de la primera edición de los *Principia Mathematica* de Newton (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934, Book III, Prop. VI, Cor. I-III, pp. 411 ss.); Keill también se inspira en la *Confutation of Atheism* de Richard Bentley (Richard Bentley, *A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World*, Sermon VII, en Richard Bentley, *Sermons Preached at Boyle's Lecture; Remarks upon a Discourse of Free-Thinking; Proposals for an Edition of the Greek Testament; etc. etc.*, Alexander Dyce, Editor, London, Francis Macpherson, 1838, p. 150); hemos examinado estos razonamientos en el primer volume de investigación (Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad*, *Volumen 1*, § 5, pp. 106 ss.). En la edición inglesa de 1704 de la *Óptica*, Newton sugiere que los cuerpos son mucho más rarificados y porosos de lo que que comúnmente se cree y en la edición latina de 1706 vuelve a ocuparse de este punto de vista. Sin embargo, Newton no desarrolló la idea él mismo, sino que prefirió dejar que Keill lo hiciera, primero en John Keill, *Introdutio Ad Veram Physicam: seu*

los principios matemáticos de Newton y los de los materialistas —diferencia que los opone— es, según Clarke, que los materialistas suponen que el sistema de la naturaleza ha resultado de los principios mecánicos de la materia y el movimiento, de la necesidad y la fatalidad —es decir: que en el mundo natural todo es determinístico—, mientras que los principios matemáticos demuestran que el actual estado de cosas no podría resultar sino de una causa inteligente y libre —con participación de una causa final—.[40] Como respuesta a la observación de que los principios de Newton debilitan a la religión, este es un mal argumento y Leibniz tiene razón cuando rebate que no es cierto que sean los principios matemáticos los que se oponen a los principios de los

---

Lectiones Physicæ Habitæ in Schola Naturalis Philosophiæ Academiæ Oxoniensis. Quibus accedunt Christiani Hugenii Theoremata de Vi Centrifuga & Motu Circulare demonstrata, 2ª Edición, Oxoniæ, 1705, lectio V, pp. 40 ss. *An introduction to natural philosophy: or, philosophical lectures read in the University of Oxford, Anno Dom 1700. To which are added, the demonstrations of Monsieur Huygens's theorems, concerning the centrifugal force and circular motion*, traducida de la ultima edición en Latín, 3ª edición, London: Woodfall, printed for J. Senex, W. Innys and R. Manby, J. Osborn and T. Lo, 1733, lecture V, pp. 46 ss.; y después en John Keill, "Epistola ad Cl. virum Gulielmum Cockburn, Medicinæ Doctorem. In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 26, 1708-1709, 1708, pp 97-110, Theo. I-III, p. 98; y John Keill, "Theoremata quædam infinitam Materiæ Divisibilitatem spectantia, quæ ejusdem raritatem & tenuem compositionem demonstrant, quorum ope plurimæ in Physica tolluntur difficultates," *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 29 (1714-1716), 1714, pp. 82-86, Theo I y II, pp. 83-4, 85. En relación con el punto de vista newtoniano acerca de la cantidad ínfima de materia en el universo, ver Arnold Thackray, "'Matter in a nut-shell': Newton's *Optics* and eighteenth century chemistry," *Ambix*, Vol. XV, No. 1, February, 1968, pp. 29-53.

[40] "When I said that the Mathematical Principles of Philosophy are opposite to those of the Materialists, the Meaning was, that whereas the Materialists suppose the Frame of Nature to be such, as could have arisen from mere Mechanical Principles of Matter and Motion, of Necessity and Fate; the Mathematical Principles of Philosophy show on the contrary, that the State of Things (the Constitution of the Sun and Planets) is such as could not arise from any thing but an Intelligent and Free Cause. As to the Propriety of the Name, so far as Metaphysical Consequences follow demonstratively from Mathematical Principles, so far the Mathematical Principles may (if it be thought fit) be called Metaphysical Principles." Segunda respuesta de Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7 , p. 359. Ver también la primera respuesta de Clarke, p. 353.

materialistas, sino los principios metafísicos. Los principios matemáticos —dice Leibniz— son los mismos que los de los materialistas; solo que estos admiten únicamente la existencia de cuerpos regidos por estos principios, mientras que los matemáticos cristianos aceptan también las substancias inmateriales. Esta es una de las razones importantes para pensar que todo ocurre no sólo de manera mecánica, sino también metafísica, pues este pensamiento permite conciliar la ciencia de la naturaleza con la religión, mediante la entrega de una base metafísica a la ciencia de la naturaleza, sostén que ésta necesita.[41]

En todo caso, cuando Leibniz inicia la polémica con Clarke, ya habían sido producidos una serie de discursos que vinculaban la teología cristiana con la física newtoniana. Al escribirlos, sus autores continuaban una tradición británica. A diferencia de lo que ocurrió en Francia, donde la filosofía natural pronto se distanció de consideraciones teológicas, en Inglaterra —y hasta finales del siglo XVIII— esta suerte de razonamientos cosmológicos a favor de la existencia de Dios, partiendo de principios científicos, eran considerados como parte de la filosofía natural.[42] Clarke mismo ya había tratado acerca de Dios y la religión en las "Boyle Lectures" que dictó en 1704 y 1705, publicadas respectivamente en 1705 y 1706. Las primeras contenían una demostración del ser y los atributos de Dios, en respuesta a Hobbes,

---

[41] "Mais je ne crois pas qu'on aye sujet d'adjouter que les Principes Mathematiques de la Philosophie sont opposés à ceux des Materialistes. Au contraire, ils sont les mêmes, excepté que les materialistes a l'exemple de Democrite, d'Epicure et de Hobbes, se bornent aux seuls Principes Mathematiques, et n'admettent que des corps ; et que les Mathematiciens Chrétiens admettent encor de substances immatérielles. Ainsi ce ne sont pas les Principes Mathematiques (selon le sens ordinaire de ce terme) mais les Principes Metaphysiques, qu'il fait opposer a ceux des Materialistes." 2ª carta de Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 355.

[42] Arnold Thackray, *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry*, Harvard University Press, Cambridge, 1970, pp. 49-50. Thackray observa que ni siquiera la profesionalización de las ciencias naturales a finales del siglo XVIII acabó por completo con esta conexión típicamente británica entre teología y filosofía natural.

Spinoza y sus seguidores,[43] y la segunda serie de lecciones trataba sobre las obligaciones de la religión natural.[44] Antes de Clarke, Keill, Cheyne y el propio Newton habían razonado de esta manera, siguiendo al primer argumento cosmológico de la existencia de Dios sobre la base de la física newtoniana, que había sido presentado por Bentley en las "Boyle Lectures" de 1693.

En todos estos razonamientos es fundamental la idea de que las causas finales tienen un lugar en la filosofía natural y que no se puede explicar todo únicamente por medio de causas eficientes físicas y mecánicas. Este es el punto de vista que encontramos en *An Examination of Dr. Burnet's Theory of Earth* de John Keill (1698).[45] Otra obra de la época, los *Philosophical Principles of Religion* de Cheyne (1705), encuentra necesario admitir que Dios puso en marcha a los planetas. De acuerdo con este tratado, Él dio el movimiento inicial que los puso a girar alrededor del sol, ya que es imposible explicar los movimientos celestes por medio de los vórtices cartesianos: "Now, that [los movimientos orbitales de los planetas] can happen but one of these two ways, *viz*. Either by the Force of some *Celestial* Fluid (call'd a *Vortex*) which carries'em about [posibilidad que rechazan los newtonianos], or

---

[43] Samuel Clarke, *A Demonstration of the Being and Attributes of God. Wherein the Notion of Liberty is Stated, and the Possibility and Certainty of it Proved, in Opposition to Necessity and Fate. Being the Substance of Eight Sermons Preach'd at the Cathedral-Church of St. Paul, in the Year 1704. at the Lecture Founded by the Honourable Robert Boyle Esq*, London, James Kanpton, 1705. Reimpreso en: Samuel Clarke, *A Demonstration of the Being and Attributes of God. 1705. A Discourse concerning the Unchangeable Obligations of Natural Religion. 1706,* Faksimile-Neudruck der Londoner Ausgaben, Friedrich Frommann Verlag (Günther Holzboog), Stuggart-Bad Cannstatt, 1964.

[44] Samuel Clarke, *A Discourse concerning the Unchangeable Obligations of Natural Religion and the Truth and Certainty of the Christian Revelation*. *Being Eight Sermons Preaches at the Cathedral-Church of St Paul, in the Year 1705, at the Lecture Founded by the Honourable Robert Boyle Esq*, London, James Kanpton, 1706. Reimpreso en: Samuel Clarke, *A Demonstration of the Being and Attributes of God* [...].

[45] John Keill, *An Examination of Dr. Burnet's Theory of the Earth Together with Some Remarks on Mr. Whiston's New Theory of the Earth*, Oxford, Printed at the *Theater*, 1698, p. 76. Ver la primera parte de esta investigación, Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1,* § 2, pp. 47 ss.

by some *Retentive Central Force* which hinders 'em from running out in strait Lines, when they are once put in Motion by the Fingers of him who fram'd this marvelous *Machin* of a World."[46] En su manual de astronomía, Keill insiste en que la filosofía mecánica no contradice a la religión y que al contrario, ella —p. ej., en la astronomía— muestra la existencia de Dios. La astronomía (newtoniana) es excelente porque nos da una noción más verdadera y justa de Dios que cualquier otro conocimiento obtenido por la luz natural o luz de la razón. Ningún conocimiento proporciona mejores argumentos para demostrar la existencia de la Divinidad y nada muestra más su poder y sabiduría, que la contemplación de los movimientos de las estrellas en el firmamento.[47] Según Keill, la regularidad y armonía de los movimientos de los cuerpos celestes, regidas por una ley divina, ponen de manifiesto el poder, sabiduría y providencia de su hacedor, de manera que el mecanismo de los cielos revela al todopoderoso y sabio relojero.[48] Así pues, la

---

[46] George Cheyne, *Philoſophical Principles of Religion. Natural and Revealed*, 2 Parts, 3a edición, London, George Strahan, 1724, II, § 18, pp. 25-6. Los corchetes son nuestros. En relación con esta obra de Cheyne, ver el § 4.

[47] "The Excellency of this Science [la astronomía] appears form this, that there is no Knowledge which is attained by the Light of Nature, that gives us truer and juster Notions of the Supreme and Almighty God, the Maker of both Heaven and Earth, than it does. None furnishes us with stronger Arguments by which his Existence is demonstrated; nothing shews more his Power and Wisdom than the Contemplation of the Stars and their Motions." John Keill, *An Introduction to the True Astronomy: Or, Astronomical Lectures, Read in the Astronomical School of the University of Oxford*, 4th Edition, London, Henry Lintot, 1748, Preface, pp. i-ii. Los corchetes son nuestros.

[48] "What is there that more ravishes the Mind of Man into an Admiration, Reverence and Love of God, than so many and so great Bodies endowed with heavenly Light, most beautiful to the Eye, and when contemplated, most delightful to the Understanding. Their mutual Intercourses, most regular Motions, their certain and determined Circulations, and their Returns and Periods settled by a divine Law, in an admirable Harmony, make manifest to us the immense Power, Wisdom and Providence of their Maker; which when we consider, we must necessarily acknowledge, reverence and celebrate the Author and Contriver of all these Things." *An Introduction the True Astronomy*, Preface, p. ii. Considérese también el siguiente pasaje: "Hence we are to consider the whole Universe as a glorious Place for an infinitely Great and everywhere present GOD; and that all the *Worlds* or System of *Worlds*, are as so many Theatres, in which he displays his Divine Power, Wisdom and Goodness." *An Introduction the True Astronomy*, pp. 40-1.

Introduction to the True Astronomy de John Keill se nos presenta como un tratado de astronomía peculiar, que reitera continuamente un argumento a favor de la existencia de Dios. En el pensamiento de Keill, lo más valioso de esta ciencia es tal vez que se trata de una suerte de gran prueba cosmológica de Dios.[49]

Hemos visto que diversas obras de autores británicos contenían pruebas cosmológicas modernas de la existencia y sabiduría de Dios, construidas en base a la física newtoniana. Ello muestra que Newton y sus seguidores no pensaron que su ciencia minaba la religión, sino que la fortalecía, de manera que al explicar los movimientos de los planetas por medio de la atracción gravitatoria daban nuevas bases para probar la existencia de Dios. Y para ellos, esto constituía una prueba más —y de no poca monta— de la veracidad de los fundamentos matemáticos propuestos por Newton.

Este último siempre fue muy cuidadoso de que sus principios tuvieran en cuenta la creencia en Dios: "When I wrote my treatise about our Systeme I had an eye upon such Principles as might work wth considering men for the beleife of a Deity & nothing can rejoice me more then to find it useful for that purpose."[50] De esta manera se expresó en la primera de las cuatro cartas que escribió a Bentley —el 10 de diciembre de 1692— como respuesta a cuestiones específicas planteadas por este último respecto del uso correcto de sus ideas.[51] Según la segunda de estas cuestiones, no se puede explicar que los planetas y satélites se muevan en la misma dirección y plano por medio de los *principios matemáticos de la filosofía natural* y por lo tanto estos movimientos son causados por un agente racional. Newton está de acuerdo con Bentley en que el movimiento coplanar no puede resultar de una sola causa natural, sino que fue impreso por un agente inteligente:

> To your second Query I answer that ye motions wch ye Planets now have could not spring from any naturall cause alone but were impress by an

---

[49] Esto es claro, p. ej., en la Lecture III, ibid., pp. 16 ss.
[50] Carta de Newton a Bentley, 10 de diciembre de 1692, en Isaac Newton, *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull et al., 7 Vols., Cambridge, Cambridge University Press, 1959-1977, Vol. 3 (1688-1694), 1961, p. 233.
[51] Ibid., p. 236 nota.

> intelligent Agent. For since Comets descend into ye region of our Planets & here move all manner of ways going sometimes the same way wth the Planets sometimes the contrary way & sometimes in cross ways in planes inclined to ye plane of the Ecliptick at all kinds of angles: its plaine that there is no naturall cause wch could determin all ye Planets both primary and secondary to move ye same way & in ye same plane without any considerable variation. This must have been the effect of Counsel. Nor is there any natural cause wch could give the Planets those just degrees of velocity in proportion to their distances from ye Sun & other central bodies about wch they move & to ye quantity of matter conteined in those bodies, wch were requisite to make them move in concentrick orbs about those bodies.[52]

Además, a lo anterior hay que añadir que la constitución del sistema solar requiere de una causa inteligente, que entienda de mecánica y geometría.[53] La carta que Newton escribió a Bentley el 17 de enero de 1692/3 reitera que se requiere de un agente inteligente para explicar el movimiento circular de los planetas. Si se supone a la tierra colocada en algún lugar de su órbita, sin gravitación, y que entonces le fuera aplicada de una sola vez una fuerza gravitatoria hacia el sol y un impulso transversal en una tangente a la órbita, el movimiento resultante sería una revolución circular de la tierra alrededor del sol, provisto que el impulso sea de la cantidad justa, ni muy grande, ni muy pequeña. Pero solamente el poder divino puede causar ese movimiento transversal. Únicamente el "brazo divino" pudo causar el movimiento tangencial de la tierra en su órbita, de tal manera y con la medida justa, para que la misma se mantenga en su órbita apropiada. Además, el movimiento circular de los planetas alrededor del sol no sería posible por la mera gravedad. Se necesita, en consecuencia, el mencionado poder divino para que ellos giren en sus órbitas alrededor del sol. En base a estos razonamientos,

---

[52] Ibid., pp. 234-5.

[53] "To make this systeme therefore wth all its motions, required a Cause wch understood & compared together the quantities of matter in ye several bodies of ye Sun & Planets & ye gravitating powers resulting from thence, the several distances of the primary Planets from ye Sun & secondary ones from Saturn Jupiter & ye earth, & ye velocities wth wch these Planets could revolve at those distances about those quantities of matter in ye central bodies. And to compare & adjust all these things together in so great a variety of bodies argues that cause to be not blind & fortuitous, but very well skilled in Mechanicks & Geometry." Ibid., p. 235.

Newton adscribe la constitución del sistema del mundo a un agente inteligente, que no es otro que Dios.[54]

Tal vez, esta idea está mejor expresada en la carta a Bentley fechada el 11 de febrero de 1692/3:

> The Hypothesis of deriving the frame of the world by mechanical principles from matter eavenly spread through ye heavens being inconsistent wth my systeme, I had considered it very little before your letters put me upon it, & therefore trouble you with a line or two more about it if this come not too late for your use. In my former [la carta del 10 de diciembre de 1692] I represented that ye diurnal rotations of the Planets could not be derived from gravity but required a divine power to impress them. And thô gravity might give the Planets a motion of descent towards the Sun either directly or wth some little obliquity, yet the transverse motions by wch they revolve in their several orbs required the divine Arm to impress them according to ye tangents of their orbs.[55]

---

[54] "To the last part of your letter I answer first that if ye earth (without ye moon) were placed any where with its center in ye *Orbis magnus* & stood still there without any gravitation or projection & then at once were infused into it both a gravitating energy towards ye sun & a transverse impulse of a just quantity moving it directly in a tangent to ye *Orbis magnus*: ye compound of this attraction & projection would according to my notion cause a circular revolution of ye earth about ye Sun. But ye transverse impulse must be of a just quantity, for if it be too big or too little it will cause ye earth to move in some other line. Secondly I do not know any power in nature wch could cause this transverse motion without ye divine arm. Blondel tells us some where in his book of Bombs that Plato affirms that ye motion of ye planets is such as if they had all of them been created by God in some region very remote from our Systeme & let fall from thence towards ye Sun, & so soon as they arrived at their several orbs their motion of falling turned aside into a transverse one; & this is true supposing ye gravitating power of ye Sun was doubled at that moment of time in wch they all arrive at their several orbs: but then ye divine power is here required in a double respect; namely to turn ye descending motion of ye falling planets into a side motion, & at ye same time to double ye attractive power of ye Sun. So then gravity may put ye planets into motion but without ye divine power it could never put them into such a Circulating motion as they have about ye Sun, & therefore for this as well as other reasons I am compelled to ascribe ye frame of this Systeme to an intelligent agent." Carta de Newton a Bentley, 17 de enero de 1692/3, *The Correspondence of Isaac Newton*, vol. 3, pp. 239-40.

[55] Carta de Newton a Bentley, 11 de febrero de 1692/3, *The Correspondence of Isaac Newton*, vol. 3, p. 244. Los corchetes son míos. Ver también las cartas escritas a Thomas Burnett, donde Newton expresa puntos de vista similares:

Una de las anotaciones hechas por David Gregory en 1694 refiere que Newton decía que se requiere un milagro continuo para prevenir que el sol y las estrellas fijas se encuentren y choquen por la gravedad, y que otros fenómenos indican la presencia de una mano divina: por ejemplo, la gran excentricidad de los cometas tanto en la misma dirección de los planetas como en dirección contraria.[56]

La aclaración de la propia atracción gravitatoria también conduce a un conflicto entre la teología de Leibniz y aquella de los newtonianos. Una explicación de la atracción, propuesta por autores newtonianos, constituye un ejemplo paradigmático de intervención continua de Dios en el mundo, lo cual, de acuerdo con Leibniz, disminuye al creador. Efectivamente, Bentley, incluso el propio Newton, Cheyne y Clarke habían recurrido a Dios para explicar la acción de diversas leyes y poderes naturales, en particular la atracción, en tanto concedían que la materia no puede actuar sobre otra materia.[57] La tesis de que toda

---

Cartas de Newton a Burnett del 24 de diciembre de 1680 y enero de 1680/1, *The Correspondence of Isaac Newton*, vol. 2, pp. 319, 329.

[56] Memoranda by David Gregory, Cambridge, 5, 6, 7 May 1694: "Annotations Physical, Mathematical and Theological from Newton. 5, 6, 7 May 1694. [Newton says] that a continual miracle is needed to prevent the Sun and the fixed stars from rushing together through gravity: that the great eccentricity in Comets in directions both different from and contrary to the planets indicates a divine hand: and implies that the Comets are destined for a use other than that of the planets. The Satellites of Jupiter and Saturn can take the places of the Earth, Venus, Mars if they are destroyed, and be held in reserve for a new Creation." *The Correspondence of Isaac Newton*, vol. 3, p. 336. Corchetes en la fuente.

[57] Ya nos hemos referido a los tres primeros (§§ 4 y 9). En lo que a Clarke respecta, lo dicho queda claro en las "lecciones Boyle" de 1705: "All things that are *Done* in the World, are done either immediately by *God* himself, or by *created Intelligent Beings: Matter* being evidently not at all capable of any *Laws* or *Powers* whatsoever, any more that it is capable of Intelligence; excepting only this One *Negative Power*, that every part of it will, of it self, always and necessarily continue in that State, whether of *Rest* or *Motion*, wherein it at present is. So that all those things which we commonly say are the effects of the *Natural Powers of Matter*, and *Laws of Motion*; of *Gravitation*, *Attraction*, or the like; are indeed (if we speak strictly and properly) the effects of *God's* acting upon Matter continually and every moment, either immediately by himself, or mediately by some created Intelligent Beings: (Which Observation, by the by, furnishes us, as has been before noted, with an excellent natural Demonstration of Providence.)" Samuel Clarke, *A Discourse concerning the Unchangeable*

materia tiene una fuerza atractiva que ha sido impresa por Dios fue muy criticada por Leibniz.[58] De acuerdo con el gran filósofo alemán, si la

---

Obligations of Natural Religion, pp. 354-5. Comentando el pasaje de la *Física* de Rohault donde este se niega a admitir la atracción en la filosofía natural (*A System of Natural Philosophy*, I, 2, § 15), y convencido de que la atracción no puede explicarse mecánicamente, Clarke responde en una nota que la atracción es la acción de alguna causa inmaterial, que perpetuamente mueve y gobierna a la materia, para no conceder que la materia tiene un poder para actuar a distancia. "Since nothing acts at a Distance, that is, nothing can exert any Force in acting where it is not; it is evident, that Bodies (if we should speak properly) cannot at all move one another, but by Contact and Impulse. Wherefore *Attraction* and *Sympathy* and all *occult Qualities*, which are supposed to arise from the *Specifick Forms* of Things are justly to be rejected. Yet because, besides innumerable other Phaenomena of Nature, that universal Gravitation of Matter, which shall be more fully examined afterwards, can by no means arise from the mutual Impulse of Bodies (because all Impulse must be in proportion to the Superficies, but Gravity is always in proportion to the Quantity of solid Matter, and therefore must of Necessity be ascribed to some Cause that penetrates the very inward Substance it self of solid matter) therefore all such *Attraction*, is by all means to be allowed, as is not the Action of Matter at a Distance, but the action of some immaterial Cause which perpetually moves and governs Matter by certain Laws." *A System of Natural Philosophy*, I, 2, § 15, Vol. 1, pp. 54-5, nota. Más adelante, criticando la explicación cartesiana del peso de los cuerpos, presenta a la gravedad como la verdadera causa y atribuye su impresión sobre la materia y su conservación a Dios: "... Gravity or the Weight of Bodies is not any accidental Effect of Motion or of any very subtle Matter, but an original and general Law of Matter impressed upon it by God, and maintained in it perpetually by some efficient Power, which penetrates the solid Substance of it; for Gravity never is in Proportion to the Superficies of Bodies or of any Corpuscles, but always to the solid Quantity of them. Wherefore we ought no more to enquire how Bodies gravitate, than how Bodies began first to be moved." Ibid., II, 28, § 13, vol. 2, p. 97, nota. Por otro lado, y también siguiendo a Newton, Clarke afirma que Dios imprime a los planetas el movimiento tangencial que los mantiene girando alrededor del sol: "This being laid down for the Nature of Gravity, it will follow, that the Planets, if they have once impressed upon them by God, the most simple projectile Motion in straight Lines, will revolve about the Sun as we see they really do, in Circles or Ellipses, without the Help of Vortexes." Ibid.

[58] *Antibarbarus Physicus pro Philosophia Reali contra renovationes qualitatum scholasticarum et intelligentiarum chimaericarum*, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, pp. 338-9; *Conséquences Métaphysiques du Principe de Raison*, en Louis Couturat, *Opuscules et Fragments Inédits de Leibniz. Extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre*, Paris, Félix Alcan, 1903, pp. 11-16, pp. 11-12; 4ª carta de Leibniz a Clarke, *Die*

gravedad no se explica mecánicamente, los newtonianos no pueden aclarar la atracción sin un milagro perpetuo.

Según el *Specimen Dynamicum*, como el concepto de materia generalmente aceptado y observado por los newtonianos la considera inerte, de manera que ninguna substancia material puede actuar sobre otra, para explicar la constitución actual del mundo los newtonianos tienen que recurrir al *Deux ex machina*. De acuerdo con ellos en que la actividad creadora de Dios es continua, Leibniz difiere de Newton y sus seguidores en que piensa que recurrir inmediatamente a Dios para explicar las cosas naturales es un error, porque dicha explicación no reside inmediatamente, ni en la actividad, ni en la voluntad de Dios, sino que depende de propiedades y determinaciones de las cosas —intermedias entre los fenómenos naturales y el creador— añadidas permanentemente a ellas por Dios. Es en base a estas propiedades intermedias que se pueden explicar los predicados que adquieren las cosas de la naturaleza.[59] De lo contrario, como aclara en otros lugares, se recurriría al milagro perpetuo. Así, por ejemplo, si Dios mismo, sin mediación de un mecanismo, hace que los cuerpos terrestres tiendan al centro del planeta, obra milagrosamente sobre las cosas, porque para que suceda algo en la naturaleza no sólo se requiere el mandato divino, sino

---

philosophischen Schriften von Leibniz, Vol. 7, pp. 375-6 ; Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, p. 518. En una carta escrita a Conti para que Newton la leyera, y que efectivamente le fue mostrada por Conti (*The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 254, nota), Leibniz recuerda que Wren se burlaba de este punto de vista y se hace eco de ello : "Au rest, je m'etonne que les Sectateurs de M. Newton ne donnent rien qui marque que leur maistre leur a communiqué une bonne Methode, j'ay eté plus heureux en disciples. C'est dommage que M. le Chevalier Wren, de qui M. Newton et beaucoup d'autres ont appris quand il etoit jeune, n'a pas continué de regaler le public. … Dans le temps qu'il estoit jeune, on se seroit moqué en Angleterre de la nouvelle philosophie de quelques Anglois [Bentley, Keill y compañía: Freind, Cheyne, James Keill; también Clarke y Cotes] et on l'auroit renvoyée à l'école. Luy et M. Flamstead avec M. Newton sont presque le seul reste du siecle d'or d'Angleterre par rapport aux sciences." Carta de Leibniz a Conti, 25 de noviembre de 1715 (Extract from Gerhardt, *Briefwechsel von Leibniz mit Mathematikern*, pp. 262-267), *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. 250-255, p. 251.

[59] *Specimen Dynamicum*, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 6, p. 242.

que Dios produzca algo inmediatamente en las cosas para poder explicar lo que sucede. Ese algo, piensa Leibniz, tiene que dar origen a los fenómenos por medio de causas eficientes y mecánicas, que se fundan en la comunicación de movimientos mediante impulsos. De manera que la explicación de la caída de los graves ha de ser mecánica, por medio de un vórtice en el cual los cuerpos en los cuales el esfuerzo de alejamiento del centro del torbellino es menor serán empujados al centro por los demás. Para Leibniz, la caída sucede naturalmente de esta manera, sin necesidad de una intervención permanente de Dios —para imprimir la gravedad—.[60]

Sobre esta idea versa incidentalmente, pero de manera reveladora, una carta escrita el 10 de febrero de 1711,[61] cuya aparición en las *Memoirs of Literature*[62] provocó que Newton redactara el borrador de

---

[60] "Para que aparezca mejor la diferencia entre aquello que se hace naturalmente por una ley ínsita en las cosas, tomemos un ejemplo y supongamos que Dios quiere que los cuerpos terrestres tiendan al centro de la tierra, sin usar ningún artificio mecánico; entonces las cosas deben prestarse a obras extraordinarias de Dios (esto es el milagro) o quizá con la ayuda de algún ángel o inteligencia, como las que había anteriormente en los espacios siderales. Pero si Dios quiere que los cuerpos se esfuercen en apartarse del centro, y hagan solamente que se agiten en el movimiento y se les prohíba su libre movilización, realmente obrarán circularmente, cuya consecuencia es el intento de separación del centro. La consecuencia de esto es: aquellos cuerpos en los que el esfuerzo es menor, son llevados al centro por los demás. Para que algo suceda naturalmente, no basta el decreto primario, el mandato o la voluntad de Dios, sino que conviene que algo se produzca inmediatamente por Dios en las cosas, para poder explicar lo que sucede." Gottfried Wilhelm Leibniz, *Consideraciones acerca de la fuerza inserta en las cosas*, p. 82.

[61] Sin embargo, Gerhardt la imprimió asignándole como fecha el 6 de febrero: Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, pp. 516 ss. Esta carta, junto con la respuesta de Hartsoeker (fechada el 13 de marzo de 1711) fueron publicadas por primera vez gracias a la intervención de un amigo de Leibniz, el jesuita Desbosses, en las *Mémoires pour l'Histoire des Sciences et des Beaux Arts*, de marzo de 1712 (Trevoux, 1712), Art. XL, pp. 494-523. También fueron reimpresas en el *Journal des Sçavans* de diciembre de 1712, pp. 603-25 en la edición de Amsterdam. *The Correspondence of Newton,* Vol. 5, p. 301, nota 3.

[62] *Memoirs of Literature, containing an account of the state of learning at home and abroad, for the year 1712*, II, no. 18, pp. 137-43; el número está fechado: 5 de Mayo de 1712. Ver: (Sir) David Brewster, *Memoirs of the Life, Writings, and*

una replica que, sin embargo, no llegó a publicar.[63] Leibniz discute con el atomista Hartsoeker,[64] quien se opone al movimiento conspirante como causa de la cohesión.[65] Leibniz arguye que hay fundamento para atribuir partes a los pretendidos átomos, por lo cual se tienen que determinar las causas de que no puedan ser divididos realmente. Hay que hallar, por ejemplo, la causa de que si un átomo *D* choca contra la parte *C* de un átomo *A*, *D* no pueda arrastrar a *C* consigo sin llevarse también la parte restante *B* de *A*. Ahora bien, prosigue Leibniz, si se alega la voluntad de Dios, se recurre a un milagro y, por cierto, perpetuo, porque de acuerdo con el principio de razón suficiente, la voluntad de Dios opera por milagro si no es posible dar razón de dicha voluntad y explicar su efecto por medio de la naturaleza de los objetos.[66] A continuación,

---

Discoveries of Sir Isaac Newton, 2 Vols., Johnson Reprint Corporation, New York, 1965, Reimpresión de la edición de Edimburgo de 1855, Vol. 2, pp. 282-84; *The Correspondence of Newton*, Vol. 5, p. 301, nota 2.

[63] Carta de Newton al Editor de las *Memoirs of Literature*, después del 5 de mayo de 1712, *The Correspondence of Newton*, Vol. 5, pp. 298-302.

[64] Nicolas Hartsœker (1656-1725), físico, astrónomo, geómetra y médico holandés, recibió lecciones de Huygens y se vinculó en París con Cassini, Malebranche y l'Hôpital. Hartsoeker descubrió los espermatozoides y perfeccionó el microscopio y el telescopio. Crítico del sistema newtoniano, entre otras obras escribió un *Recueil de pièces de physique* (1722), donde intentó mostrar la invalidez de dicho sistema.

[65] Movimiento conspirante es aquel que tienen dos corpúsculos que son empujados uno hacia el otro, según direcciones contrarias, a causa de lo cual se cohesionan. *Animadversiones...*, pars II, ad §§ 54-55, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 4, p. 388; *Nouveaux essais…*, II, 23, § 23, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 5, pp. 206, 207. Leibniz explica la cohesión mediante esta clase de movimiento.

[66] "Vous dites, Monsieur, que vos Atomes sont sans parties, et vous trouvés étrange, que je suppose qu'on peut concevoir qu'un Atome A a deux parties B et C. Mais n'étés vous pas obligé d'avouer qu'on peut concevoir qu'un Atome D va contre l'Atome A, en sorte qu'il aille directement contre la partie C, sans aller directement contre la partie B, et cela en telle sorte qu'il empecheroit C avec luy et laisseroit B la, si par bonheur A n'etoit pas un Atome, ou autrement un corps ferme? Il y a donc du fondement pour assigner des parties dans l'Atome prétendu, et il faut maintenant assigner des causes de son atomité, pour ainsi dire, c'est a dire, pourquoy D ne peut pas emporter C avec luy, sans emporter B en même temps et il faut que vous trouviés une bonne colle pour faire tenir une de ces parties a l'autre, si vous ne voulés recourir avec moy au mouvement conspirant. Si vous n'allégués que la volonté de Dieu pour cela, vous recourés a

nuestro autor aclara lo anterior mediante una referencia a los movimientos de los planetas. Decir que un planeta se mueve en una órbita circular por la voluntad de Dios, sin que nada mecánico conserve su movimiento, es proponer un milagro perpetuo, porque en base a la naturaleza de las cosas, el planeta se alejaría por la tangente si nada lo impide; y si una causa natural no lo imposibilita, se requeriría que Dios lo impidiera perpetuamente de manera milagrosa.[67] Frente a esto, la consideración del planeta retenido en su orbita por la materia del vórtice solar, que lo empuja siempre hacia el sol, ilustra la diferencia entre los milagros naturales razonables —como los llama Leibniz, pero que en realidad él no considera milagros— y los milagros propiamente dichos, o sobrenaturales; es decir: entre una explicación razonable y las ficciones.[68] Leibniz aprovecha este momento para criticar a Newton y a sus seguidores. Según él, recurrir al milagro —y a un milagro continuado— o a las ficciones, es lo que han hecho los que sostienen, siguiendo al *Aristarco* de Roberval,[69] que Dios ha establecido como ley

---

un miracle, et même a un miracle perpétuel : car la volonté de Dieu opère par miracle, toutes les fois qu'on ne sauroit rendre raison de cette volonté et de son effect par la nature des objets." Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, *Die philosophischen Schriften von Leibniz,* Vol. 3, pp. 517-18.

[67] Ibid., p. 518. Leibniz repite esto en carta a Hartsoeker del 9 de julio de 1711, *Die philosophischen Schriften von Leibniz,* Vol. 3, p 527.

[68] "On peut dire dans un très bon sens que tout est un miracle perpetuel, c'est a dire, digne d'admiration: mais il me semble que l'exemple de la planete, qui en circulant se conserve dans son orbe sans autre aide que celle de Dieu, comparée avec la planete retenue dans son orbe par la matiere qui la pousse tousjours vers le soleil, fait bien sentir la difference qu'il y a entre les miracles naturels raisonnables, et entre les miracles proprement dits ou surnaturels, ou plustost (quand ils n'ont point de lieu) entre une explication raisonnable, et entre les fictions ou l'on a recours pour soutenir des opinions mal fondées." Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, p. 518.

[69] Gilles Personne de Roberval, *Aristarchii Samii de Mundi Systemate, partibus et motibus ejusdem, libellus. Adjectæ sunt Æ. P. de Roberval Mathem. Scient. In Collegio Regio Franciæ professoris, Notæ in eumdem libellum*, Paris, apud Guillelmum Baudry, 1644. Como vimos en la Introducción, Roberval asignó una atracción mutua a todas las partículas de materia, lo cual provocó la reacción de Descartes en una carta a Mersenne. Descartes a Mersenne, 20 de abril de 1646, *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 -1974 Vol. IV, pp. 401-2. Leibniz supo de esta reacción y por ello se refiere al *Aristarco* y la respuesta

de la naturaleza, al crear las cosas, que todos los cuerpos deben atraerse unos a los otros, ya que ellos no han alegado sino esto para explicar el efecto —la gravitación— y no admiten nada que Dios haya hecho para obtener ese resultado —esto es: que haya previsto una manera mecánica de causar el acercamiento recíproco de los cuerpos—, cuando de lo que se trata es de encontrar una causa natural.[70] Y finaliza reiterando la acusación de que los newtonianos invocan cualidades ocultas: El peso es una cualidad oculta, si por ello se entiende que se funda en un mecanismo que los newtonianos desconocen. Pero si piensan que no hay ningún mecanismo y que el peso se debe a una cualidad primitiva o a una ley divina, entonces se trata de una cualidad oculta desprovista de razón y por lo tanto, realmente oculta e imposible de aclarar.[71]

Frente a las críticas leibnizianas, en el borrador al cual nos referimos al comienzo del párrafo anterior, Newton comienza por dar la respuesta usual a la acusación de que la gravedad es una cualidad oculta.

---

cartesiana. *Antibarbarus Physicus pro Philosophia Reali*, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 342.

[70] “C’est ainsi que font ceux qui disent, après l’Aristarque de feu M. de Roberval, que c’est une loy de la nature que Dieu a donnée en créant les choses, que tous les corps doivent s’attirer les uns les autres. Car n’alléguant rien que cela pour obtenir un tel effect, et n’admettant rien que Dieu ait fait qui puisse montrer comment il obtient ce but, ils recourent au miracle, c’est a dire, au surnaturel, et a un surnaturel tousjours continué, quand il s’agit de trouver une cause naturelle. ” Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, p. 518. Ya vimos (nota 64) que Hartsoeker también era un adversario de la física de Newton. En su respuesta a Leibniz dice: “Mais je pourrois avec raison me mocquer d’un tel [Newton], comme je me mocquerais d’un homme qui voudroit passer pour Architecte, et qui cependant ne pourroit faire aucun bâtiment, quoiqu’il eust toutes sortes de bons matériaux propres pour cela.” Carta de Hartsoeker a Leibniz, 13 de marzo de 1711, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, p. 524.

[71] “Ainsi les anciens et les modernes, qui avouent que la pesanteur est une qualité occulte, ont raison, s’ils entendent par la qu’il y a un certain mechanisme qui leur est inconnu, par lequel les corps sont poussés vers le centre de la terre. Mais si leur sentiment est, que la chose se fait sans aucun mechanisme, par une simple qualité primitive, ou par une loy de Dieu, qui fait cet effect sans employer aucuns moyens intelligibles, c’est une qualité occulte déraisonnable, qui est tellement occulte, qu’il est impossible qu’elle puisse jamais devenir claire, quand meme un ange, pour ne pas dire Dieu luy meme, la voudroit expliquer.” Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, p. 519.

La ley de gravitación —escribe— ha sido probada y sus efectos demostrados —por lo cual no es algo oculto— aún cuando ni él ni sus seguidores se han ocupado de la causa de la gravedad, sea esta mecánica o de otra naturaleza. Sin embargo, no replica adecuadamente al otro señalamiento. Según lo refiere Newton, Leibniz reprocha a los ingleses[72] —acusándolos de transformar a la atracción en una cosa supernatural y asemejando su posición a la del desprestigiado libro de Roberval— porque no explican la gravedad mecánicamente como el propio Leibniz pretende que lo hagan; es decir: por medio de vórtices.[73] Sin embargo, en

---

[72] Esto es: a Newton y sus seguidores. El nacionalismo fue un ingrediente de las disputas entre newtonianos y leibnizianos. Newton toma las críticas de Leibniz como dirigidas contra el gentilicio inglés: "In your weekly paper dated May 5 1712 I meet wth two Letters, one written by Mr Leibnitz to Mr Hartsoeker the other by Mr Hartsoeker to Mr Leibnitz in answer to ye former. And in the Letter of Mr Leibnitz I meet wth some things reflecting upon the English I hope you will do them the justice to publish this vindication as you have printed the reflexion." Carta de Newton al Editor de las *Memoirs of Literature, The Correspondence of Newton,* Vol. 5, p. 298. Del otro lado, J. Bernoulli se queja de la manera nacionalista en que los ingleses han abordado la defensa de Newton: "Ex iis, quae refers, video nihil tam absurdum proferri posse a Newtono, quod inter Anglos non inveniat Patronos ac Defensores suos. Hi non disputant, ut veritatem tueantur, sed quia de Nationis gloria agit putant, quando vident, Magistrum suum, in cujus verba jurarunt, in discrimine causae suae sive bonae sive malae (hoc non attendunt) versari. Hinc dubito, utrum hoc tantum ab ipsis sis consecuturus, ut agnoscant Newtonum errare posse, aut omnino aliqua in re errase." Carta de J. Bernoulli a Leibniz, 3 de Julio de 1716, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 3/2, pp. 965-7, p. 966. ["From what you report I see nothing so absurd can be advanced by Newton, but that it finds patrons and defenders among the English. They do not maintain an argument in order to defend the truth, but because they think the glory of their nation is at stake when they see their master, on whose word they swear, to be in danger of losing an argument, whether [his case be] good or bad (this they do not consider). Hence I doubt whether you can expect [even] this much form them, that they will acknowledge Newton to be capable of error, or at any rate to have been mistaken in any one particular." Traducción al inglés en *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 361.] En cambio, Leibniz se queja de que los alemanes valoren lo extranjero por encima de lo propio, exigiendo implícitamente lealtad nacional, *Acta Eruditorum,* 1716. Ver A. R. Hall, *Philosophers at War. The Quarrel Between Newton and Leibniz*, Cambridge, 1980, p. 166.

[73] "It has been proved by some that all bodies upon the surface of the earth gravitate towards the earth in proportion to ye quantity of matter in each of

este caso la crítica leibniziana no obedece a que los newtonianos no asignen una causa a la gravedad —lo cual, por supuesto, también objeta, ya que piensa que es necesario explicar la atracción—, sino a que han dado una razón errónea de la gravedad; a saber: que se funda en una ley de la naturaleza establecida por Dios. El problema que reside en esta manera de dar cuenta de la atracción consiste en que si no hay medios naturales que hagan que dicha ley se cumpla, los cuales para Leibniz únicamente pueden ser mecanismos —y por cierto vorticales—, Dios mismo tiene que intervenir continuamente en la naturaleza para garantizar el cumplimiento de su ley.

Newton también responde a la imputación de que la gravedad es una cualidad oculta afirmando que esta fuerza es igual de ininteligible que la dureza, de la cual tampoco hay una explicación mecánica, y otro tanto ocurre con la inercia, la extensión, la duración y la movilidad de los cuerpos. Sin embargo, añade él, nadie tiene por ello a estas propiedades como cualidades ocultas, porque son cualidades reales presentes en todos los cuerpos por la voluntad divina. Así pues, la ausencia de una explicación mecánica no vuelve a la gravedad una cualidad oculta.

---

them: That the Moon tends towards the earth & all the Planets towards one another by the same law; & that by this tendency all their motions are performed. These things have been proved by mathematical demonstrations grounded upon experiments & the phænomena of nature: & Mr Leibnitz himself cannot deny that they have been proved. But he objects that because *they alledge nothing else to obteine such an effect* [he means a tendency of all bodies towards one another] *besides a law of nature wch God made in the beginning of things & admit nothing that was made by God* (he means no vortices) *whereby it may appear how God attains to that end, they have recourse to a Miracle, & that is, to a supernatural thing wch continues for ever*, *when the question is to find out a natural cause*. Because they do not explain gravity by a mechanical hypothesis, he charges them wth making it a supernatural thing, a miracle & a fiction invented to support an ill grounded opinion & compares their method of philosophy to that of Mr de Robervals Aristarchus, wch is all one as to call it Romantic. They shew that there is an universal gravity & that all the phænomena of the heavens are the effect of it & with ye cause of gravity they meddle not but leave it to be found out by them that can explain it whether mechanically or otherwise. And doth this deserve to be scouted with the language or a supernatural thing, a miracle, a fiction invented to support an ill grounded opinion, & a method of philosophy after Mr Robervals Romance." Newton al Editor de las *Memoirs of Literature*, p. 299.

Newton concluye diciendo que las maneras de dar cuenta de la gravedad que han propuesto los newtonianos —bien sea, que se trate de de un poder cuya causa es desconocida, bien sea, que la causa resida en la voluntad de Dios o en un éter no-cartesiano ni mecánico— no introducen milagros ni cualidades ocultas.[74] Esta sería la respuesta de quien defendiera la tesis según la cual la gravedad es una *propiedad primaria* de los cuerpos, cosa que Newton había negado en su carta a Bentley del 17 de enero de 1692/3.[75] El razonamiento involucrado aquí es el siguiente: Se critica a la atracción por ser ininteligible, en tanto no ha

---

[74] "But Mr Leibnitz goes on. 'The Ancients & the Moderns who own that gravity is an occult Quality, are in the right, if they mean by it that there is a certain Mechanism unknown to them whereby all bodies tend towards the center of the earth. But if they mean that the thing is performed without any mechanism by a simple primitive quality or by a law of God who produces tht effect without using any intelligible means it is an unreasonable & occult Quality, & so very occult that it is impossible that it should ever be done tho an Angel or God himself should undertake to explain it' The same ought to be said of hardness. So then gravity & hardness must go for unreasonable occult qualities unless they can be explained mechanically. And why may not the same be said of the vis inertiæ & the extension the duration & mobility of bodies, & yet no man ever attempted to explain these qualities mechanically, or took them for miracles or supernatural things or fictions or occult qualities. They are the natural real reasonable manifest qualities of all bodies seated in them by the will of God from the beginning of the creation & perfectly uncapable of being explained mechanically, & so may be the hardness of primitive particles of bodies. And therefore if any man should say that bodies attract one another by a power whose cause is unknown to us or by a power seated in the frame of nature by the will of God, or by a power seated in a substance in wch bodies move & flote without resistance & wch has therefore no vis inertiæ but acts by other laws then those that are mechanical: I know not why he should be said to introduce miracles & occult qualities & fictions into ye world. For Mr Leibnitz himself will scarce say that thinking is mechanical as it must be if to explain it otherwise be to make a miracle an occult quality and a fiction." Ibid., pp. 299-300.

[75] Ver § 9. Por ello, como acertadamente observan los editores del volumen 5 de la *Correspondencia* de Newton (A. Rupert Hall y Laura Tilling), esta respuesta realmente no está a la disposición de Newton. Postular la gravedad como una propiedad inherente de la materia, al igual que la dureza, hubiera sido visto como un movimiento hacia el ateismo materialista, el cual atribuye a la materia una suficiencia de propiedades que excluye la necesidad de un poder creador. *The Correspondence of Newton*, Vol. 5, p. 301, nota 6. Es posible que la molestia producida por la publicación de la correspondencia entre Leibniz y Hartsoeker lo llevara a defender así a sus seguidores.

sido explicada mecánicamente, pero ni la dureza, ni las demás *propiedades primarias* de la materia, reconocidas por todos, son inteligibles, precisamente por no ser reductibles a ninguna otra propiedad que de cuenta de ellas. En este razonamiento, Newton *presupone que la atracción es una propiedad primaria de los cuerpos*. No obstante, lo que Leibniz critica es que la atracción se cuente entre las propiedades primarias de la materia. Para él, la impenetrabilidad (o *antitypia*), la extensión, la movilidad, etc., son propiedades primarias inherentes a la materia, que pueden conocerse de manera clara y distinta. En cambio, la tendencia de los cuerpos a aproximarse unos a otros ha de explicarse mecánicamente a partir de estas propiedades. Cualquier otra propiedad que se atribuya a la materia, que no sea una de sus cualidades primarias o se explique mecánicamente a partir de dichas cualidades primarias, es oculta. La impenetrabilidad no es explicable mecánicamente ya que es una propiedad primaria e irreducible de la materia, en tanto ésta no puede concebirse sin ella, mas no se ve de manera clara y distinta cómo es que la atracción podría pertenecer a las propiedades primarias de la materia. Leibniz parece tener razón, pues que los cuerpos sean impenetrables y que actúen sobre otros por medio de choques luce como evidente, mientras que la acción de la materia donde no está es algo que se resiste a ser comprendido.

Newton no estuvo satisfecho con el borrador que estamos examinando, tal vez por el artificioso intento contenido en el mismo de equiparar la dificultad en la explicación de la gravedad con la irreductibilidad de la dureza a una explicación mecánica.[76] En todo caso, más adelante, para enfrentar el cargo de que él y sus seguidores atribuyen a Dios un milagro perpetuo a fin de poder dar cuenta de la gravedad, afirma que Dios puede haber creado planetas que se trasladen alrededor del sol, sin ninguna otra causa —aparte de la gravedad— que prevenga que se alejen por la tangente. A esto añade que la gravedad puede ser la causa que mantiene los planetas en sus órbitas, sin milagros, y repite una vez más que la comprensión de ello, aún sin conocer la causa de la

[76] Ver también: ibid.

gravedad, es un progreso en filosofía.[77] En esto tiene razón, pero de nuevo pierde de vista el meollo de la crítica de Leibniz; a saber: que si Dios no prevé una causa —mecánica— que impida el alejamiento de los planetas por la tangente —para lo cual no basta postular la ley de atracción—, entonces, que los planetas giren alrededor del sol es un milagro continuo producido por el Creador.

Leibniz aclara lo anterior en una carta a Conti de noviembre de 1715: Todo lo que no es explicable por la naturaleza de las criaturas es milagroso. No basta decir que Dios ha hecho una ley de la naturaleza para que deje de ser milagroso, porque hace falta que la ley sea ejecutable por medio de la naturaleza de las criaturas. Si Dios da una ley de atracción en virtud de la cual un cuerpo gira en torno a otro cuerpo —la ley de gravedad—, hará falta que haya dispuesto que otros cuerpos lo obliguen a mantenerse en su órbita circular por medio de impulsos, es decir: en virtud de sus propias naturalezas. Los vórtices explican esto. De otra manera, será necesario un milagro, a través de un ángel o por medio de la intervención extraordinaria de Dios.[78] En consecuencia, la

---

[77] "But he goes on & tells us that God *could not create Planets that* should move round of themselves without any cause that should prevent their removing through the tangent. For a Miracle at least must keep *the Planet in*. But certainly God could create Planets that should move round of themselves without any other cause then gravity that should prevent their removing through ye tangent. For gravity without a miracle may keep the Planets in. And to understand this without knowing the cause of gravity, is as good a progress in philosophy as to understand the frame of a clock & the dependence of ye wheels upon one another without knowing the cause of the gravity of the weight wch moves the machine is in the philosophy of clockwork, or the understanding the frame of the bones & muscles & their connection in the body of an animal & how the bones are moved by the contracting or dilating of the muscles without knowing how the muscles are contracted or dilated by the power of ye mind, is [in] the philosophy of animal motion." Ibid., p 300.

[78] "J'ay fait voir autresfois a M. Bayle que tout ce qui n'es pas explicable par la nature des créatures est miraculeux. Il ne suffit pas de dire, Dieu a fait une telle loy de la Nature, donc la chose est naturelle. Il faut que la loy soit exécutable par les natures des créatures. Si Dieu donnoit cette loy, par exemple a un corps libre, de tourner a l'entour d'un certain centre, il faudroit ou qu'il y joignit d'autres corps qui par leur impulsion l'obligeassent de rester tousjours dans son orbite circulaire, ou qu'il mit un Ange a ses trousses, ou enfin il faudroit qu'il y concourut extraordinairement. Car le mobile s'écartera par la tangente. Dieu agit

explicación newtoniana de la atracción requiere de la intervención continua de Dios para conservar los planetas en sus orbitas, esto es: para asegurar el cumplimiento de su ley. Si ello es así, Dios ha hecho tan mal la maquina del mundo que tiene que meter la mano extraordinariamente,[79] para que el reloj no se detenga, lo cual rebaja su sabiduría y potencia.[80]

En cartas enviadas a Johann Bernoulli en diciembre de 1715 y mayo de 1716, Leibniz reitera estas críticas. Pero antes de verlas, hagamos aquí una pausa para referirnos al grado de enfrentamiento a que habían llegado los dos bandos. Para este momento, los leibnizianos criticaban en privado y en público la filosofía de Newton, mientras que los newtonianos atacaban la de Leibniz. Los ánimos, todavía más caldeados por la disputa del cálculo, estaban lejos de enfriarse. Así, por ejemplo, en la carta a Bernoulli del 29 de marzo de 1715, Leibniz se refiere de manera mordaz a la identificación del espacio con el sensorio de Dios: "When I was told that Newton says something extraordinary about God in the Latin edition of his Optiks, which until then I had not seen, I examined it and laughed at the idea that space is the sensorium of God, as if God, from whom everything comes, should have need of a sensorium. Besides, space is nothing other than the order of coexisting, just as time is the general order of changes or the order of the existence of incompatible things; whence space, abstracted from things, is no more a substantial entity than is time. And so this man has little success with Metaphysics. I have even noticed certain things from which it appears

continuellement sur les créatures par la conservation de leur Natures, et cette conservation est une production continuelle de ce qui est perfection en elles." Carta de Leibniz a Conti, 25 de noviembre de 1715 (Extract from Gerhardt, *Briefwechsel von Leibniz mit Mathematikern*, pp. 262-267), *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. 251-253, p. 251.

[79] Dios se limita a conservar las naturalezas de las creaturas, toda otra operación es extraordinaria: "J'appelle extraordinaire toute operation de Dieu, qui demande autre chose que la conservation des natures des créatures." Ibid, p. 252.

[80] "A propos de la Dynamique ou de la Doctrine des forces, je m'etonne que M. Newton et ses sectateurs croyent que Dieu a si mal fait sa machine, que s'il n'y mettoit la main extraordinairement, la montre cesseroit bientot d'aller. C'est avoir des idées bien étroites de la sagesse et de la puissance de Dieu." Ibid., p. 252.

that Dynamics, or the laws of forces, are not deeply explored by him. The demonstration of a vacuum, which he, like his followers, strives after, is a paralogism."[81] Respecto del vacío, Leibniz presumiblemente se refiere a la *Qu.* 20 (*Quaery* 28), pp. 310-15, de la *Óptica,*[82] donde Newton ataca la concepción del universo como lleno de un medio fluido, sobre la cual se basa la doctrina de los vórtices: "And against filling the Heavens with fluid mediums, unless they be exceeding rare, a great Objection arises from the regular and very lasting Motions of the Planets and Comets in all manner of Courses through the Heavens."[83] Este argumento sería falso de acuerdo con el "Tentamen de motuum coelestium causis" de Leibniz, entre otras cosas, porque sin un medio fluido los planetas no se moverían alrededor del sol.[84]

Por su lado, también los Newtonianos criticaban duramente la filosofía de Leibniz. Keill se refirió al "Tentamen" como "le morceau de Philosophie le plus incompréhensible qui ait jamais paru"[85], y en el prefacio de la segunda edición de los *Principia Mathematica*, Roger Cotes había acusado a la filosofía de Descartes, y sobre todo a la de Leibniz, de no apoyarse en experimentos, sino en conjeturas:

> From this fountain [la libre voluntad de un dios providente y gobernante] it is that those laws, which we call the laws of Nature, have flowed, in which there appear many traces indeed of the most wise contrivance, but not the least shadow of necessity. These therefore we must not seek from

---

[81] "Cum accepissem Newtonum mira quaedam de Deo dicere in Optices suae editione latina, quam hactenus nondum videram, inspexi et risi, spatium esse sensorium Dei, quasi Deus, a quo cuncta procedunt, sensorio opus habeat. Praetera spatium nihil aliud est, quam ordo coexistendi, ut tempos ordo mutationum generalis seu ordo existendi incompatibilium; unde spatium abstractum a rebus non magis est res vel substantia, quam tempus. Atque ita Metaphysica huic Viro parum seccedunt. Notavi etiam quaedam, unde apparet Dynamicen seu virium leges non esse ipsi penitus exploratas. Vacui demonstratio, quam cum asseclis molitur, paralogistica est." Carta de Leibniz a J. Bernoulli, 9 de abril de 1715, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 3/2, pp. 938-9, p. 939. Traducción al inglés tomada de *The Correspondence of Newton,* Vol. 6, pp. 212-14, p. 213.

[82] Ver *Correspondence of Newton,* Vol. 6, p. 214, nota 2.

[83] *Opticks,* pp. 364-5.

[84] *Acta Eruditorum*, febrero de 1689, pp. 82-96.

[85] *The Correspondence of Newton,* Vol. 6, p. 357, nota 6.

> uncertain conjectures, but learn them from observations and experiments. He who is presumptuous enough to think that he can find the true principles of physics and the laws of natural things by the force alone of his own mind, and the internal Light of his reason, must either suppose that the world exists by necessity, and by the same necessity follows the laws proposed [lo cual lo haría partidario de un estricto mecanicismo, que en la interpretación de Clarke lo pondría en contra de la religión]; or if the order of Nature was established by the will of God, that himself, a miserable reptile, can tell what was fittest to be done [alusión al racionalismo de Leibniz —y Descartes— y tal vez a la doctrina de la armonía preestablecida por medio de la cual Leibniz conciliaba el mecanicismo con el designio divino]. All sound and true philosophy is founded on the appearances of things; and if these phenomena inevitably draw us, against our wills, to such principles as most clearly manifest to us the most excellent counsel and supreme dominion of the All-wise and Almighty Being, they are not therefore to be laid aside because some men may perhaps dislike them. These men may call them miracles or occult qualities, but names maliciously given ought not to be a disadvantage to the things themselves, unless these men will say at last that all philosophy ought to be founded in atheism. Philosophy must not be corrupted in compliance with these men, for the order of things will not be changed.[86]

No cabe duda de que la parte inicial de la crítica de Cotes a la aproximación racionalista de Descartes y Leibniz a la física es acertada. Prueba de ello es, por ejemplo, que la mayoría de las leyes —verbigracia: las de las colisiones— de la física de Descartes resultaron falsas, ya que efectivamente las leyes de la naturaleza se conocen por medio de observaciones y experimentos. No obstante, Cotes tampoco responde a la objeción leibniziana —y cartesiana— de que la atracción es una cualidad oculta.

En su correspondencia con Bernoulli, Leibniz se defiende de las críticas de Cotes, sin mencionar su nombre, y aprovecha para contraatacar a Newton por dar cuenta de la cohesión mediante la atracción de la materia —recordemos que Leibniz piensa que se basa en un movimiento conspirante— y sostener que existe el vacío. El gran filósofo alemán reitera que los átomos son un absurdo, lo cual también

[86] Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934, p. xxxii. Los corchetes han sido añadidos por nosotros.

parece dirigirse contra el corpuscularismo de la última *Quaestio* de la edición latina de la *Óptica* de 1706 —aunque Newton no afirma la existencia de átomos, sino que deja a la experimentación la determinación de un límite, o de su inexistencia, en la división de la materia[87]— y vuelve a ridiculizar las extrañas ideas de su rival acerca del sensorio divino: "[…] the English … among other things attack even my philosophy. They say … that Newton's philosophy is purely experimental, whilst mine is conjectural. But, if I am not mistaken, that pre-established harmony, or rather (as we postulate it to be) that correspondence between soul and matter, is a demonstrated thing; it is also demonstrated, if I am not mistaken, that the cause of cohesion or firmness in bodies can only be ascribed to a consort of motions, and that atoms are an absurdity. But Newton in no way demonstrates by means of his experiments that matter is everywhere heavy, or that any part whatever is attracted by any other part, or that a vacuum exists, in accordance with his own boasts. He cherishes astonishing ideas about God; that He is extended, that He has a sensorium, and I am afraid, indeed that he shares the opinion of Averroes and others which is indeed attributed to Aristotle, concerning a spirit or intellect acting universally in all bodies whatever, like the operative principle in machines."[88]

---

[87] "… had we the proof of but one experiment that any undivided particle, in breaking a hard and solid body, suffered a division, we might by virtue of this rule conclude that the undivided as well as the divided particles may be divided and actually separated to infinity." Newton, *Principia Mathematica*, Book III, Rule III, p. 399.

[88] "Dominus Abbas De Conti scripsit ad amicum Parisinum, qui mihi significavit, Anglos longa recensione Commercii Epistolici in Transactionum [las *Philosophical Transactions*] aliqua suas contra me argutationes iterasse, atque inter alia etiam Philosophiam meam impugnasse. De Analysi nostra dicunt, Newtonum originarium esse, nos tantum nomina adjecisse, eaque apta ad controversias in Mathesin introducendas. Philosophiam Newtoni esse mere experimentalem, meam conjecturalem: sed, ni fallor, harmonia praestabilita seu, quale nos statuimus, Commercium Animae et Corporis res demonstrata est; demonstratum etiam, ni fallor, firmitatis seu nexos in corporibus originem non posse desumi nisi a motibus conspirantibus, atomosque esse rem absurdam. At Newtonus minime per sua experimenta demonstrat, materiam ubique esse gravem, seu quamvis partem a quavis attrahi, aut vacuum dari, ut ipse quidem jactat. De Deo etiam miras fovet sententias ; extensum esse, sensorium habere, et vereor ne revera inclinet in sententiam Averrhois et aliorum, etiam Aristoteli

Debido a la rudeza de Keill, el más pugnaz de los newtonianos, quien prácticamente lo había acusado de plagiar a Newton el Cálculo Infinitesimal, Leibniz prefirió ignorarlo, afirmando que no le importaba si su silencio se malinterpretaba. Al final de una carta enviada por Wolff, Leibniz escribió lo siguiente: "I do not know tht it would be fitting for me to answer Keill, who writes in a rude and uncivil manner. It is not for me to wrangle with such men. Accordingly I wish my champion to write in such a way that the dispute between us be associated with enjoyment. If anyone places a bad construction upon my own silence, I care nothing for his opinion."[89] Sin embargo, esto no fue del todo cierto, pues, molesto por los ataques de los seguidores de Newton, en su carta dirigida a Conti del 25 de Noviembre de 1715 —con la intención de que Newton la viera— Leibniz descalifica tanto a la metafísica de Newton como a la de sus seguidores, dando apenas crédito a su habilidad matemática.[90] Por otro lado, los ataques de los newtonianos lo condujeron a pasar

---

tributam de Anima seu Intellectu agente generali in corpore quovis pro ratione organorum operante." Carta de Leibniz a Bernoulli, diciembre de 1715, Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 3/2, pp. 951-3, pp. 951-2. Traducción al inglés tomada de: *The Correspondence of Newton*, Vol. 6., p. 261. Como señala el editor del Vol. 6 de la correspondencia de Newton, p. 262, nota 5, Leibniz se equivoca respecto de Aristóteles y Averroes.

[89] "Nescio an mihi conveniat respondere Keilio, qui scribit ruditer et inciviliter. Cum talibus conflictari meum non est. Volo Antagonistam ita scribere, ut disputatio inter nos sit cum voluptate conjuncta. Si qui ex silentio meo sinistrum judicium capiunt, eorum judicium parum moror." Carta de Wolff a Leibniz, 28 de julio de 1715, en C. I. Gerhardt, *Briefwechsel zwischen Leibniz und Christian Wolff. Aus den Handschriften der Koeniglichen Bibliothek zu Hannover*, Hildesheim, Georg Olms Verlag, 1971, 2a reproducción de la edición de Halle de 1860, p. 174. Traducción al inglés tomada de *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 234. Ver también su carta a Nicolas Rémond, del 11 de junio de 1715: "Comme Mr. Keill écrit d'une maniére un peu grossiére je ne lui repondrai pas. Pourquoi se chamailler avec de telles gens? Je pense à répondre à ces Messieurs par des réalitez, quand j'en aurai un peu plus de loisir." *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, pp. 644-7, p. 645. Rémond le había aconsejado no entrar en liza con Keill. Carta de Rémond a Leibniz, 1 de abril de 1715, ibid., p. 642.

[90] Carta de Leibniz a Conti, 25 de noviembre de 1715 (Extract from Gerhardt, *Briefwechsel von Leibniz mit Mathematikern*, pp. 262-267), *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. 251-253. Conti efectivamente motró la carta a Newton. Ibid., p. 254, nota 2.

directamente a la ofensiva en el escrito a la Princesa de Gales que desencadenó la polémica con Clarke.[91]

Leibniz tiene razón en cuanto a las debilidades de la metafísica de Newton. Este es también el punto de vista de interpretes como E. A. Burtt: "In scientific discovery, Newton was a marvelous genius; as a philosopher, he was uncritical, sketchy, inconsistent, even second rate."[92] En cuanto a las matemáticas, Leibniz está en lo cierto cuando piensa en Gregory, Keill y sus seguidores, pero obviamente no respecto de Newton. Sus palabras se explican en el contexto de la disputa por la invención del cálculo —y tal vez por la posible intención de sugerir que Newton no podría ser su inventor—. De cualquier manera, las mismas no son justificables sino criticables. Con todo, Leibniz tiene expresiones de

---

[91] Conocemos esto por la correspondencia con J. Bernoulli: "… Serram etiam Philosophicam nunc cum Newtono, vel quod eodem redit, cum ejus Hyperaspita Clarkio, Regis Eleemosynario, me reciprocare fortasse jam intellexeris. Scis, Keilium [quien, como sabemos, se había burlado del "Tentamen"] et Praefatorem novae Editionis Principiorum Newtoni [Cotes] etiam Philosophiam meam pungere voluisse. Itaque scripseram ego forte Serenissimae Principi Regiae Walliae, pro excellenti ingenio suo harum rerum non incuriosae, degenerare nonnihil apud Anglos Philosophiam vel potius Theologiam Naturalem; Lockium et similes dubitare de immaterialitate animae, Newtonum Deo tribuere sensorium, quasi spatio taquam organo senssationis opus habeat; inde alicui in mentem venire posse, quasi non sit nisi anima mundi secundum veteres Stoicos." Carta de Leibniz a J. Bernoulli, Leibniz, *Mathematische Schriften*, 3/2, pp. 962-3, los corchetes son nuestros. ["… Perhaps you will already know that I am now grinding a philosophical axe with Newton or, what amounts to the same thing, with his champion, Clarke, the royal almoner. You know that Keill, and the writer of the Preface to the new edition of Newton's Principia, wished to attack even my philosophy. Therefore I had casually written to Her Royal Highness the Princess of Wales who on account of her fine intellect is not uninterested in these matters, that philosophy, or rather natural theology, declines somewhat in England; that Locke and similar men doubt the immateriality of the soul, that Newton attributes a sensorium to God, as though He has need of space to be, as it were, an organ of sensation; whence anyone might suppose that He is nothing else but the spirit of the world according to the old Stoics." Traducción al inglés en *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 355.]

[92] *The Metaphysical foundations of modern physical science*, London, 2e edit. 1949 p. 203. Citado por Fellmann en: G. W. Leibniz, *Marginalia in Newtoni Principia Mathematica*, Editio prima ab E. A. Fellmann, Paris, Vrin, 1973, p. 123.

elogio para el trabajo en física de Newton; y es que no podía ser de otra manera, ya que la disputa sólo concierne a los fundamentos de la física y a la invención del cálculo: "Ainsi quoyque je croye la Metaphysique de ces Messieurs la, *a narrow one*, et leur Mathematique assez *arrivable*, je ne laisse pas d'estimer extremement les meditations physico-mathematiques de M. Newton, et vous obligeriés infiniment le public, Monsieur, si vous portiés cet habile homme a nous donner jusqu'à ses conjectures en physique."[93] A esto Newton responde en una carta a Conti del 26 de febrero de 1716: "As to Philosophy [it is as little to the purpose] He colludes in the significations of words, calling those things miracles wch create no wonder & those things occult qualities whose causes are occult tho the qualities themselves be manifest, & those things the souls of men wch do not animate their bodies, His Harmonia præstabilita is miraculous & contradicts the daily experience of all mankind, every man finding in himse[l]f a power of seeing with his eyes & moving his body by his will. He prefers Hypotheses to Arguments of Induction drawn from experiments, accuses me of opinions wch are not mine, & instead of proposing Questions to be examined by Experiments before they are admitted into Philosophy he proposes Hypotheses to be admitted & beleived before they are examined."[94]

Finalicemos nuestra digresión y volvamos a las cartas dirigidas a Bernoulli en diciembre de 1715 y mayo de 1716. En ellas encontramos que Leibniz reitera la acusación —ya expuesta en la carta a Conti de noviembre de 1715— según la cual Newton requiere de los milagros para explicar la gravitación. [95] Con ello disminuye la sabiduría y

---

[93] Carta de Leibniz a Conti, 25 de noviembre de 1715, p. 252.

[94] Carta de Newton a Conti, 26 de febrero de 1716, *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. pp. 285-6. Corchetes en el texto.

[95] "Illud etiam mihi plane absurdum videtur, quod putat machinae mundanae motum ex se desiturum, nisi a Deo subinde rursus animaretur. Itaque miraculis opus habet, nec sine perpetuis miraculis suam attractionem explicare poterit." Carta de Leibniz a J. Bernoulli, diciembre de 1715, *Mathematische Schriften*, Vol. 3/2, pp. 951-2. ["What he thinks seems plainly absurd to me, namely that the motion of the world-machine will come to cease unless from time to time restored by God. Thus miracles are necessary to him, and he will prove unable to explain his attraction without perpetual miracles." Traducción al ingles tomada de: *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 261.]

perfecciones de Dios, en tanto considera al mundo como una máquina no menos imperfecta que los relojes de los artesanos humanos, a los que continuamente hay que dar cuerda y ajustar, lo cual no es necesario respecto del mundo, porque Dios ha hecho todo tan sabiamente desde el comienzo, que la corrección —que supondría su falta de previsión— es innecesaria.[96] Esta es la acusación que hizo en la primera carta de la polémica que sostuvo con Samuel Clarke:

---

[96] "Eundem Auctorem Dei Sapientiae et perfectionibus derogare, dum velit Mundum esse Machinam non minus impertectam, quam horologia nostrorum artificum, quae saepe retendi debent aut alias corrigi; ita Machinam Mundi, secundum Newtonum et asseclas, correctione quadam extraordinaria subinde indigere, quod parum sit dignum Deo Auctore. Mea sententia Deum omnia tam sapienter ab initio constituissse, ut correctione non sit opus, quae imprudentiam arguat." Carta de Leibniz a Bernoulli, 27 de mayo de 1716, *Mathematische Schriften*, Vol. 3/2, pp.962-3. "[I have also written] that the same author diminishes the wisdom and perfections of God, so long as he wishes the world to be a machine no less imperfect than our craftsmen's clocks, which often must be rewound or otherwise corrected; that thus the world-machine, according to Newton and his followers, on this account repeatedly requires some extraordinary correction, which is hardly worthy of God its Architect. In my opinion God has made everything so wisely from the beginning, that the correction (implying his lack of foresight) is not necessary." Traducción al inglés proveniente de *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. 355-6. Corchetes en el texto.] Y Bernoulli, en la misma carta en la cual se refiere al nacionalismo de los ingleses (ver nota 72), respondiendo a Leibniz y refiriéndose presumiblemente a un pasaje que aparece por primera vez en la segunda edición de los *Principia* —al final del escolio a la proposición XL del libro II— o tal vez al prefacio de Cotes, cree encontrar una contradicción en Newton. Este último afirma que cualquier fluido resistirá a un globo proyectado dentro del mismo fluido, pues la resistencia depende de la inercia de la materia, que es esencial a los cuerpos y proporcional siempre a la cantidad de materia. La resistencia de un fluido procedente de la tenacidad y la fricción de las partes puede ser disminuida por la división de las mismas, pero eso no disminuye la cantidad de materia. Por ello, los espacios celestes carecen de todo fluido corpóreo, salvo acaso algunos vapores sumamente tenues y los rayos de luz, pues la resistencia de un fluido en el éter más sutil no puede ser menor que en el agua o en el mercurio. Y en consecuencia, los vórtices serían imposibles. *Principia Mathematica*, Book II, Prop. XL, Schol., p. 366. Por su parte, Cotes afirma que si se suponen muchos vórtices contenidos en el mismo espacio penetrándose mutuamente y girando con diferentes movimientos altamente regulares como los de los cuerpos celestes transportados, habría que preguntarse a qué se debe que se conserven intactos y que no se hayan desajustado ni un

poco a lo largo del tiempo, por obra de la materia que les opone resistencia. Ibid. pp. xxviii-xxix. Según Bernoulli, Newton rechaza los vórtices cartesianos porque en razón del roce y fricción de sus partículas, los torbellinos finalmente dejarían de moverse —aunque este razonamiento no aparece en el pasaje de los *Principia* que es obra de Newton, pero sí en el prefacio de Cotes—. Newton —sostiene Bernoulli— se contradice, porque si piensa, como lo acusa Leibniz, que la pérdida de fuerzas en el mundo tiene que ser repuesta por Dios, no puede argüir que los vórtices cartesianos acabarían por detenerse, pues Descartes bien podría replicar que Dios podría restaurar la pérdida de movimiento producida en los vórtices por el roce de sus partículas. Carta de J. Bernoulli a Leibniz, 3 de Julio de 1716, G. W. Leibniz, *Mathematische Schriften*, Vol. 3/2, pp. 965-6. Traducción al ingles (tomada de *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, pp. 359-61, corchetes en el texto): "Newton says somewhere in the *Principia Philosophiæ Naturalis* that for this reason the Cartesian celestial vortices cannot be admitted, because on account of the attrition and friction of their particles they will finally cease to move: but now he contradicts himself in [saying] this. For if according to him, the loss of forces in the world has to be made up by God, and the whole world-machine repeatedly rewound, as it were, why may not Descartes himself reply, in defense of his vortices, that if their motion is very markedly retarded by the attrition of their particles God can nevertheless restore the loss of motion, by accelerating them from time to time to their original speed by means of a new impulse?" El editor del Vol. 6 de la correspondencia de Newton encuentra cínico este pasaje: "Bernoulli's wit is somewhat cynical: he attempts to save a particular hypothesis by appropriating what Newton had intended as a general truth about the universe -the inevitable degradation of motion that renders the laws of mechanics asymmetrical with respect to time." Ibid., p. 362 nota 5. Es claro que los razonamientos de Newton y Cotes proporcionan objeciones importantes contra los vórtices, pero para defender los torbellinos Bernoulli no se apropia del punto de vista newtoniano sobre la degradación del movimiento en el universo, que para los newtonianos hace necesaria la intervención de Dios a fin de restaurarlo, sino que señala que —admitiendo ese punto de vista— a Descartes también le sería posible invocar la intervención de Dios para defender sus vórtices de las críticas de Newton. Este razonamiento deja a un lado el hecho de que esta salida habría estado vedada a Descartes, quien busca una explicación completamente mecánica de los movimientos planetarios. En todo caso, Bernoulli suscribe el principio leibniziano de la conservación de la fuerza activa. Leibniz (y Bernoulli lo sigue) basa en este principio su crítica a la necesidad de que Dios intervenga continuamente en el mundo. Para Leibniz esto no es necesario porque las fuerzas activas no disminuyen en el mundo. De este modo, el principio de la conservación de la fuerza forma parte integral de la explicación mecanicista del mundo y es fundamental para evitar tener que invocar la acción divina restauradora del movimiento en el mundo, en tanto hace posible que el movimiento continúe sobre la única base de las leyes del mecanismo. La carencia de un principio de conservación [en el caso leibnizinano: de las fuerzas]

Il semble que la religion naturelle même s'affaiblit extrêmement. Plusieurs font les ames corporelles, d'autres font Dieu luy même corporel. … M. Newton dit que l'Espace est l'organe dont Dieu se sert pour sentir les choses. … Monsieur Newton et ses sectateurs ont encore une fort plaisante opinion de l'ouvrage de Dieu. Selon eux, Dieu a besoin de remonter de temps en temps sa Montre. Autrement elle cesseroit d'agir. Il n'a pas eu assés de veue pour en faire un mouvement perpétuel. Cette Machine de Dieu est meme si imparfaite selon eux, qu'il est obligé de la décrasser de temps en temps par un concours extraordinaire, et même de la raccommoder, comme un horloger son ouvrage ; qui sera d'autant plus mauvais maistre, qu'il sera plus souvent obligé d'y retoucher et d'y corriger. Selon mon sentiment, la même force et vigueur y subsiste tousjours, et passe seulement de matiere en matiere, suivant les loix de la nature, et le bel ordre preétabli.[97] Et je tiens, quand Dieu fait des miracles, que ce n'est pas pour soûtenir les besoins de la nature, mais pour ceux de la grace. En juger autrement, ce seroit avoir une idée fort basse de la sagesse et de la puissance de Dieu.[98]

Esta crítica es desarrollada en subsecuentes cartas a Clarke. Leibniz explica que sólo Dios puede dotar a la naturaleza de nuevas fuerzas, una de ellas sería la atracción, pero *solo lo podría hacer sobrenaturalmente*, y (en consecuencia) si, no habiendo previsto todo desde un comienzo (y

---

obliga a Newton y sus seguidores a invocar la intervención de Dios. Sobre esto volveremos más adelante. En Descartes, el papel de tal principio lo juega su conocido principio de conservación del movimiento. Ver, p. ej.: *Le Monde*, René Descartes, *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 -1974, Vol. 11, III, p. 11.

[97] Lo que se conserva no es la cantidad de movimiento, sino la fuerza, en el sentido Leibniziano (ver también la nota precedente): "Si quelqu'un veut donner un autre sens à la force, comme en effet on est assez accoutumé à la confondre avec la quantité de mouvement [se refiere al principio de conservación del movimiento de Descartes y sus seguidores], je ne veux pas discuter sur les mots et je laisse aux autres la liberté que je prends d'expliquer les termes. C'est assez qu'on m'accorde ce qu'il y a de réel dans mon sentiment, savoir que ce que j'appelle *la force* se conserve, et non pas ce que d'autres ont appelé de ce nom. Puisque autrement la nature n'observerait pas la loi de l'egalité entre l'effet et la cause et ferait un échange entre deux états, dont l'un substitué à l'autre porrait donner le mouvement perpétuel mécanique, c'est-à-dire un effet plus grand que la cause." Pierre Costabel, *Leibniz et la dynamique. Les Textes de 1692*, Paris, Hermann, 1960, p. 105. Esta nota es nuestra, como los corchetes en la cita.

[98] Primera carta de Leibniz a Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 352.

no habiendo proporcionado una causa natural por adelantado), tuviera que intervenir en el curso natural del mundo, su obra sería muy imperfecta. De hacerlo así, se asemejaría a un "alma del mundo".[99] También es sobrenatural que los cuerpos se atraigan a distancia, sin ningún medio (mecánico), y que de esta manera un cuerpo se mueva en una órbita circular, sin alejarse por la tangente, porque nada en la naturaleza impediría dicho alejamiento tangencial. La atracción a distancia —prosigue nuestro filósofo— no forma parte de la naturaleza de las cosas materiales y por lo tanto no puede explicar que el cuerpo sea retenido en su órbita.[100] Y en la quinta carta a Clarke, Leibniz reduce la posición de los newtonianos a que, o bien su atracción universal es absurda, o bien es milagrosa,[101] cosa que ya había hecho en otros lugares de su obra, por ejemplo: en la carta que escribió a Conti para los ojos de Newton.[102]

---

[99] "Mais ceux que s'imaginent que les ames peuvent donner une force nouvelle au corps et que Dieu en fait autant dans le monde pour redresser les defauts de sa machine, approchent trop Dieu de l'Ame, en donant trop à l'ame et trop peu à Dieu. … Car y l n'y a que Dieu qui puisse donner à la nature des nouvelles forces, mais il ne le fait que surnaturellement. Si'il avoit besoin de le faire dans le cours naturel, il auroit fait un ouvrage tres imparfait. Il ressembleroit dans le monde à ce que le vulgaire attribue à l'ame dans le corps." 4ª carta de Leibniz a Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, pp. 375-6.

[100] "Il est surnaturel aussi, que les corps s'attirent de loin sans aucun moyen, et qu'un corps aille en rond, sans s'ecarter par la tangente, quoyque rien ne l'empechât de s'ecarter ainsi. Car ces effects ne sont point explicables par les natures des choses. " Ibid., p. 377.

[101] "Si ce moyen qui fait une veritable attraction, est constant et en meme temps inexplicable par les forces des creatures, et s'il est veritable avec cela, c'est un miracle perpetuel. Et s'il n'est pas miraculeux, il est faux. C'est une chose chimerique, une qualité occulte scholastique." 5a carta de Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 419. Ver también la carta a Bernoulli del 26 de mayo de 1716: "Itaque quidquid ex naturis rerum inexplicabile est, quemadmodum attractio generalis materiae Newtoniana aliaque ejusmodi, vel miraculorum est, vel absurdum." Leibniz, *Mathematische Schriften*, 3/2, pp. 962-3. ["Therefore whatever is inexplicable from the natures of things, such as the Newtonian universal attraction of matter and other things of that kind, is either miraculous or absurd." Traducción al inglés tomada de *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 356.]

[102] Carta de Leibniz a Conti, 25 de noviembre de 1715 (Extract from Gerhardt, *Briefwechsel von Leibniz mit Mathematikern*, pp. 262-267), *The*

Leibniz piensa que su doctrina de la armonía preestablecida hace innecesaria la intervención extraordinaria y continua de Dios sobre el mundo. El principio dinámico de la conservación de la fuerza haría posible que el designio divino se cumpla por medios puramente mecánicos, de acuerdo con leyes naturales. Este principio estipula que la fuerza pasa de cuerpo en cuerpo sin que disminuya su cantidad total en el mundo, todo esto de acuerdo con las leyes naturales y el orden preestablecido.[103] Si Dios tuviera que reponer la pérdida de la fuerza en el universo, este sería una máquina deficiente, que caería en el desorden.[104] No es ahora el momento de discutir la dinámica de Leibniz, en la cual juega un papel central el principio de conservación de la fuerza, que no debe confundirse con el principio cartesiano de conservación del movimiento (ver notas 96 y 97). Sin embargo, cabe poner de relieve la importancia que este autor otorga a su principio en la discusión con los newtonianos. Así, por ejemplo, en la carta a Bernoulli del 27 de mayo de

---

Correspondence of Newton, Vol. 6, pp. 251-3, p. 251. En esa carta, Leibniz aprovecha para criticar a los seguidores de Newton, Keill uno de los primeros: "Et parcequ'on ne sait pas encor parfaitement et en detail comment se produit la gravité ou la force elastique, ou la magnetique etc., on n'a pas raison pour cela d'en faire des qualités occultes Scholastiques ou des miracles ; mais on a encore moins raison de donner des bornes à la sagesse et à la puissance de Dieu, et de luy attribuer un *sensorium* et choses semblables. Au rest, je m'etonne que les Sectateurs de M. Newton ne donnent rien qui marque que leur maistre leur a communiqué une bonne Methode, j'ay eté plus heureux en disciples."

[103] Ver, p. ej.: Correspondencia Leibniz-Clarke, 1er escrito de Leibniz, noviembre de 1715, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 352. André Robinet, *Correspondance Leibniz-Clarke. Présentée d'après les manuscrits originaux des bibliothèques de Hanovre et de Londres*, Paris, Presses Universitaires de France, 1957, p. 23.

[104] "Si la force active se perdoit dans l'univers par les loix naturelles que Dieu y a établies, en sorte qu'il eut besoin d'une nouvelle impression, pour restituer cette force, comme un ouvrier qui remedie à l'imperfection de sa machine ; le desordre n'auroit pas seulement lieu à l'egard de nous, mais à l'egard de Dieu luy même, il pouvoit le prevenir, et prendre mieux ses mesures pour éviter un tel inconvenient : aussi l'a-t-il fait en effect." 3cer escrito de Leibniz a Clarke, 25 de febrero de 1716, *Correspondance Leibniz-Clarke. Présentée d'aprés les manuscrits originaux des bibliothèques de Hanovre et de Londres*, p. 56. "Ceux qui s'imaginent que les forces actives se diminuent d'elles mêmes dans le monde, ne connoisent pas bien les principales loix de la nature, et la beauté des ouvrages de Dieu." Cuarta carta de Leibniz, 29 de mayo de 1716, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 376.

1716, el filósofo alemán critica lo que llama la doctrina newtoniana del decrecimiento espontáneo de las fuerza activas hasta su cese final en el mundo, a menos que Dios las renueve.[105] En su segunda respuesta a Leibniz (diciembre de 1715), Clarke había afirmado que por las leyes del movimiento actualmente existentes, la distribución actual del sistema solar decaería en una confusión.[106] En la tercera respuesta (abril de 1716), Clarke sostenía que la disminución de las fuerzas activas en el universo no implicaba inconveniente, ni desorden, ni imperfección en la obra del mismo, sino que era la consecuencia de la naturaleza de las cosas

---

[105] Ver nota 96. "Male excusat doctrinam Newtonianam de spontanea virium activarum diminutione et tandem cessatione in mundo, nisi a Deo reparentur [Leibniz se refiere a Clarke]. Ex quo intelligitur, Newtonum ejusque asseclas veram scienctiam rei dynamicae nondum habere. Ex nostris enim principiis semper servatur eadem quantitas virium." Carta de Leibniz a Bernoulli, 27 de mayo de 1716, Leibniz, *Mathematische Schriften*, 3/2, pp. 962-4, p. 964, los corchetes son nuestros. La carta se encuentra también en Robinet, *Correspondance Leibniz-Clarke. Présentée d'après les manuscrits originaux des bibliothèques de Hanovre et de Londres*, p. 117. ["He makes out a feeble case for the Newtonian doctrine of the spontaneous decrease of active forces and their final cessation in the world, unless God renews them. From this one infers that Newton and his followers have as yet no true knowledge of the science of dynamics. For by our principles the same quantity of forces is always conserved." Traducción al ingles proveniente de: *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 356.] Y, respondiéndole, Bernoulli suscribe plenamente la doctrina leibniziana: "Mihi quoque dudum absona visa est ejus doctrina de spontanea virium diminutione et tandem cessatione in mundo: siquidem per se clasissimum mihi apparet nullam vim destrui, quae non simul effectum edat sibi aequivalentem, quia nihil tendit ad sui annihilationem: effectus autem nihil est aliud, quam vis ipsa efficienti substituta, ita ut eadem virium quantitatem servare necesse sit." Carta de J. Bernoulli a Leibniz, 3 de Julio de 1716, Leibniz, *Mathematische Schriften*, 3/2, pp. 965-6. A continuación viene el pasaje que vimos en la nota 96, en el cual Bernoulli acusa a Newton de contradecirse cuando critica los vórtices cartesianos. ["To me, too, his theory of the spontaneous decrease of forces and their eventual cessation in the world has long seemed incongruous: since it seems to me most clearly self-evident that no force is destroyed without at the same time giving rise to an equivalent effect, because nothing tends towards its own annihilation: however, the effect is nothing other than the force itself transformed into accomplishment so that it is necessary that the same quantity of force be conserved. Traducción al inglés: *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 361.]

[106] 2ª respuesta Clarke, diciembre de 1715, Robinet, *Correspondance Leibniz-Clarke*, p. 49.

dependientes.[107] Y en su cuarta respuesta (junio de 1716), mantiene su afirmación arguyendo que si dos cuerpos desprovistos de elasticidad que se mueven con fuerzas contrarias de igual magnitud chocan, ambos cuerpos pierden su movimiento. Para sustentar sus razonamientos, Clarke refiere un pasaje de la última *Quaestio* de la edición latina de la *Óptica* de 1706, en el cual Newton había dado una instancia de ello.[108]

---

[107] 3ª respuesta de Clarke, abril de 1716, Ibid., p. 71. En su edición de la correspondencia (*A collection of papers which passed between the late learned Mr. Leibniz and Dr Clarke, in the years 1715 and 1716 relating to the principles of natural philosophy and religion, with an appendix* ... by Samuel Clarke, D. D. Rector of St. James's Westminster, London, James Knapton, MDCCVII), Clarke incorporó a este pasaje una nota contentiva de un texto de la *Óptica* de Newton, al cual alude también en su cuarta respuesta: "NEWTONI, *Optice*, Dernière question, pp. 341-3: "Apparet motum et nasci posse et perire. Verum, per tenacitatem corporum fluidorum, partiumq. suarum Attritum, visq. elasticae in corporibus solidis imbecillitatem; multo magis in eam semper partem vergit natura rerum, ut pereat motus, quam ut nascatur. Quoniam igitur varii illi motus, qui in mundo conspiciuntur, perpetuo decrescunt universi; necesse est prorsus quo iis conservari et recrescere possint, ut ad actuosa aliqua Principia recurramus." Ver Robinet, *Correspondence Leibniz-Clarke*, p. 71).

[108] "This [la conservación de la fuerza] is a bare Assertion, without proof. Two Bodies, void of Elasticity, meeting together with equal contrary Forces, Both lose their Motion. And Sr ISAAC NEWTON has given a MATHEMATICAL Instance, (PAG: 341, OF THE LATIN EDITION OF HIS OPTICKS,) wherein MOTION is continually DIMINISHING & INCREASING in QUANTITY, without any communication thereof to other Bodies." 4ª respuesta de Clarke, junio de 1716, Robinet, *Correspondance Leibniz-Clarke*, pp. 114-115. El pasaje de la *Óptica*, citado por Clarke en una nota al pie de página a su tercera respuesta en su edición de la correspondencia, dice lo siguiente: "For from the various Composition of two Motions, 'tis very certain that there is not always the same quantity of Motion in the World. For if two Globes joined by a slender Rod, revolve about their common Center of Gravity with an uniform Motion, while that Center moves uniformly in a right Line drawn in the Plane of their circular Motion; the Sum of the Motions of the two Globes, as often as the Globes are in the right Line described by their common Center of Gravity, will be bigger than the Sum of their Motions, when they are in a Line perpendicular to that right Line. By this Instance it appears that Motion may be got or lost." Isaac Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ta. Edición, London, 1730, pp. 397-8. Aquí se dan alternativamente una pérdida y una ganancia de movimiento que no parecen trasladarse a, o provenir de, ningún lado. Al citar

Encontramos, pues, que las físicas de Leibniz y Newton se oponen radicalmente, en tanto el primero afirma la conservación de la fuerza, mientras que el segundo sostiene la degradación inevitable del movimiento. Escapa a los objetivos de nuestro trabajo la discusión de las respectivas dinámicas, que continua en la quinta respuesta de Clarke. Por ahora, nos bastará con señalar que esta oposición se corresponde con la contraposición existente entre la metafísica y la teología de ambos autores. La degradación del movimiento hace necesaria la intervención de Dios, mientras que la conservación de las fuerzas la vuelve innecesaria.

Volviendo a la atracción, los ingleses defendieron la concepción newtoniana de los ataques leibnizianos. En su polémica con Leibniz, Clarke reiteró algunos de los argumentos tradicionales:

> That the Sun attracts the Earth, through the intermediate void Space; that is, that the Earth and Sun gravitate towards each other, or tend (whatever be the Cause of that Tendency) towards each other, with a Force which is in a direct proportion of their Masses, or Magnitudes and Densities together, and in an inverse duplicate proportion of their Distances; and that the Space betwixt them is void, that is, hath nothing in it which sensibly resists the Motion of Bodies passing transversely through: All This, is nothing but a Phaenomenon, or actual Matter of Fact, found by Experience. That this Phaenomenon is not produced sans moyen, that is, without some Cause capable of producing such an Effect; is undoubtedly

---

este pasaje, Clarke intenta refutar el principio leibniziano con una instancia particular. Pero no parece haber comprendido a Leibniz, pues este no afirma la conservación del movimiento (quien lo hacía era Descartes), sino de la fuerza: “Je demeure cependant d’accord, que la quantité du mouvement ne demeure point la même et en cela j’approuve ce qui se dit, p. 341 de l’Optique de M. Newton, qu’on cite icy. Mais j’ay montré ailleurs qu’il y a de la différence entre la quantité du mouvement et la quantité de la force.” 5ª carta de Leibniz, agosto de 1716, Robinet, *Correspondence Leibniz-Clarke*, p. 168. Por otra parte, para Leibniz, la fuerza perdida por los cuerpos es adquirida por las partes, que se agitan al recibirla. Ibid. Hoy sabemos que la formulación leibniziana del principio de conservación era incorrecta, como la cartesiana, pero aunque la fórmula de la cantidad conservada que propuso Leibniz al aplicar a la dinámica el principio metafísico de la conservación de la fuerza resultó errada y la fórmula correcta no fue hallada sino por D’Alembert en 1743 (ver nota 7), los principios de conservación iniciados por Descartes y Leibniz jugaron un papel fundamental en el posterior desarrollo de la física.

> true. Philosophers therefore may search after and discover That Cause, if they can; be it mechanical, or not mechanical. But if they cannot discover the Cause; is therefore the Effect it self, the Phaenomenon, or the Matter of Fact discovered by Experience (which is all that is meant by the Words Attraction and Gravitation) ever the less True? Or is a manifest Quality to be called occult, because the immediate efficient Cause of it (perhaps) is occult, nor not yet discovered? When a Body moves in a Circle, without flying off in the Tangent; 'tis certain there is something that hinders it: But if in some Cases it be not mechanically explicable, or be not yet discovered, what that something is; does it therefore follow, that the Phaenomenon it self is false? This is very singular Argument indeed.[109]

La defensa de Clarke frente a la insistencia leibniziana en que la gravedad se explica mecánicamente por medio de impulsos es asimismo tradicional. El argumento es más o menos del siguiente tenor: Si alguien produce una explicación mecánica verdadera de la atracción, la aceptaremos, e incluso la agradeceremos; pero, mientras tanto, no nieguen o critiquen el valor de la explicación ofrecida por Newton de los movimientos de los astros en base a la atracción gravitatoria:

> The Phaenomenon it self, the Attraction, Gravitation, or Tendency of Bodies towards each other (or whatever other Name you please to call it by) and the Laws, or Proportions, of that Tendency, are now sufficiently known by Observations and Experiments. If This or any other learned Author can by the Laws of Mechanism explain these Phaenomena, he will not only not be contradicted, but will moreover have the abundant Thanks of the Learned World. But, in the mean time, to compare Gravitation (which is a Phaenomenon or actual Matter of Fact) with Epicurus' Declination of Atoms (which, according to his corrupt and Atheistical Perversion of some more ancient and perhaps better Philosophy, was an Hypothesis or Fiction only, and an impossible one too, in a World where no Intelligence was supposed to be present) seems to be a very extraordinary Method of reasoning.[110]

Teniendo diferentes filosofías de la naturaleza, los newtonianos y Leibniz igualmente discre It is very unreasonable to call Attraction a Miracle It is very unreasonable to call Attraction a Miracle pan en cuanto a los fundamentos de la filosofía natural, que en última instancia remiten a

---

[109] 5ª respuesta de Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 439.
[110] Ibid., pp. 439-40.

Dios, ya que todos ellos son matemáticos cristianos. Por lo tanto, sus puntos de vista sobre la relación de Dios con el mundo se contradicen.

A la acusación de debilitar la religión, la primera respuesta de Samuel Clarke es que Dios es el autor y continuo preservador de las fuerzas originales de las cosas y sus poderes para producir movimientos, de manera que la afirmación de que Dios continuamente gobierna e inspecciona al mundo no lo disminuye. En cambio, la concepción de que el mundo es una máquina que puede continuar en marcha sin la interposición de Dios,[111] conduce al materialismo y la fatalidad y tiende a excluir del mundo a la providencia y el gobierno de Dios.[112] En esto último Clarke tenía razón. Efectivamente, a pesar de que es lógicamente posible conciliar que todo ocurra mecánicamente y que a la vez suceda metafísicamente, como sostiene Leibniz, el temor de Clarke —y de otros newtonianos— se concretó ulteriormente.[113] Previendo esto y con la finalidad de preservar la religión, Bentley, Keill y otros sostenían que no todo ocurría en la naturaleza mecánicamente, por meras causas eficientes, sino que en ella también intervenían causas finales.

---

[111] Aquí apunta contra Descartes y Leibniz, y contra los "world-makers" británicos, gente como Thomas Burnet y William Whiston. Contra estos autores dirigieron sus críticas filósofos newtonianos como Keill. Ver el primer volumen de esta investigación, § 2.

[112] "… He [Dios] not only composes or puts Things together, but is himself the Author and continual Preserver of their Original Forces or moving Powers [entre ellos la atracción]: And consequently tis not a diminution, but the true Glory of his Workmanship, that nothing is done without his continual Government and Inspection. The Notion of the World's being a great Machine, going on without the Interposition of God, as a Clock continues to go without the Assistances of a Clockmaker; is the Notion of Materialism and Fate, and tends (under pretense of making God a Supra-Mundane Intelligence) to exclude Providence and God's Government in reality out of the World." 1ª respuesta de Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz,* Vol. 7, p. 354, los corchetes son nuestros. "… So whosoever contends, that the Course of the World can go on without the Continual direction of God, the Supreme Governor; his Doctrine does in Effect tend to Exclude God out of the World." Ibid., p. 355.

[113] Así, en su *Traité de mécanique céleste*, que apareció en cinco volúmenes publicados entre 1798 y 1827, Laplace llegó a mostrar que Dios era innecesario para explicar el sistema del mundo.

Para poder hacer frente a la recriminación de acuerdo con la cual los newtonianos echan mano del milagro a fin de explicar las cosas de la naturaleza, Clarke examina en su segunda carta el milagro y lo supernatural. Según este filósofo, la distinción entre ambos es producida por el hombre de acuerdo con la manera en que concibe las cosas, pero lo natural y lo supernatural no son distinciones que convengan a la acción divina. Ni lo que llamamos natural —Clarke ejemplifica a partir de la causa del movimiento regular de los cuerpos celestes— ni lo que llamamos sobrenatural —como haber parado el sol por un día, de acuerdo con el relato bíblico— son acciones diferentes para Dios. En ambos casos se trata de acciones divinas, producidas por el mismo poder, el de Dios, que no es mayor en una que en la otra. Leibniz —ahora Clarke pasa a la ofensiva— supone que todo lo que Dios hace es supernatural o milagroso, con lo cual borra esta distinción. La consecuencia de ello es una tendencia a excluir toda operación de Dios en el mundo natural, motivada por el deseo de evitar decir que todo lo que ocurre en la naturaleza es milagroso. Además, la presencia de Dios en el mundo no lo vuelve —como pretende Leibniz— el alma del mundo, pues Dios no está presente como parte —que es lo que ocurre en el compuesto substancial de alma y cuerpo que es el hombre— sino como gobernante. Finalmente, y de acuerdo con la concepción newtoniana del espacio en la *Optica*, Clarke afirma que en Dios vivimos todas las cosas, nos movemos y somos.[114] En lo que hemos visto queda

[114] "The Argument in this Paragraph supposes, that whatsoever God does, is supernatural or miraculous; and consequently it tends to exclude all Operation of God, in the governing and ordering of the Natural world. But the Truth is: Natural and Supernatural are nothing at all different with regard to God, bus distinctions merely in Our Conceptions of things. To cause the Sun [or Earth] to move regularly, is a thing we call Natural; To stop its Motion for a Day, we call Supernatural: But the One is the Effect of no greater Power than the Other; nor is the One, with respect to God, more or less Natural or Supernatural than the other. God's being present In or To the World, does not make him to be the Soul of the World. A Soul, is part of a Compound, whereof Body is the Other Part; and they mutually affect each other, as Parts of the same whole. But God is present of the world, not as a Part, but as a Governor; acting upon All things, himself acted upon by Nothing. He is not far from every one of us, for in Him we [and All things] live and move and have our Beings." 2ª

por aclarar cuál es la diferencia —así como su fundamento—, de acuerdo con el hombre, entre la acción natural y la supernatural. Clarke también tiene que justificar que se trata del mismo tipo de acción, pues que ambas acciones provengan del mismo poder divino no conduce necesariamente a concluir que sean del mismo tipo. Es posible que una de ellas sea mediada por las naturalezas de las criaturas, sin que se requiera una intervención divina directa y la otra sea inmediata.

La concepción del milagro que expone Clarke en su tercera entrega es interesante: La diferencia entre la acción natural de Dios y su acción supernatural —o milagrosa— es que la primera es usual, como cuando hace que un cuerpo se mueva alrededor de un centro en el vacío —por lo cual ese movimiento no puede explicarse a partir de impulsos de un éter—, sea que Dios efectué esto directamente o por medio de un poder creado como la gravitación, mientras que el milagro se origina en una acción inusual de Dios sobre las criaturas. Por ejemplo, que un cuerpo levite y se mueva es un milagro, sea esto realizado inmediatamente por Dios, o por medio de un poder invisible creado por Él. Así pues, si todo lo que no resulta de los poderes naturales del cuerpo es un milagro, el movimiento de los animales es milagroso.[115] Esta distinción entre lo usual y lo inusual para aclarar el milagro es ridiculizada por Leibniz en

---

respuesta de Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 362. Corchetes en el original.

[115] "The Question is not, what is that Divines or Philosophers usually allow or not allow; but what Reasons men alledge for their Opinions. If a Miracle be That only, which surpasses the Power of all created Beings; then for a Man to walk on the Water, or for the Motion of the Sun or Earth to be stopped, is no Miracle; since none of these things require infinite Power to effect them. For a Body to move in a Circle round a Center in Vacuo; if it be Usual (as the Planets moving about the Sun) 'tis no Miracle, whether it be effected immediately by God himself, or mediately by any Created Power: But if it be unusual (as for a Heavy Body to be suspended, and move so in the Air) tis equally a Miracle, whether it be effected immediately by God himself, or mediately by any invisible Created Power. Lastly: If whatever arises not from, and is not explicable by, the Natural Powers of Body, be a Miracle; then every animal-motion whatsoever, is a Miracle. Which seems demonstrably to show, that this Learned Author's Notion of a Miracle is erroneous." 3ª respuesta de Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 371.

su cuarta carta,[116] así como en un escrito a Bernoulli en el cual indica que la verdadera distinción —de acuerdo con la teología— es que los milagros trascienden todas las fuerzas naturales creadas, de modo que lo que no puede ser explicado por medio de las naturalezas creadas de las cosas es milagroso o absurdo, y una vez más pone como ejemplo la atracción de la materia.[117]

Una de las estrategias defensivas de Clarke se apoya en un ataque a la noción leibniziana de la armonía preestablecida, presentada por él como un absurdo. De acuerdo con él, la conformidad del cuerpo con la voluntad del alma —producida únicamente por impulsos mecánicos de la materia— sin que el alma opere sobre él es un milagro perpetuo, además de que reduce todas las cosas a la mera fatalidad y necesidad.[118] La

---

[116] "La nature du miracle ne consiste nullement dans l'usualité et inusualité; autrement les monstres seroient des miracles. … Il y a des miracles d'une sorte inferieure, qu'un ange peut produire; car il peut, par exemple, faire qu'un homme aille sur l'eau sans enfoncer. Mais il y a des miracles reservés à Dieu et qui surpassent toutes les forces naturelles, tel est celuy de créer ou d'annihiler. " *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 7, p. 375.

[117] "Ostendi etiam, secundum Newtonum crebris miraculis ad sustentandum naturae censum opus esse, et ex Clarkii excusationibus deprehendo, ipsum non habere bonam notionem miraculi. Ipsi enim miracula tantum secundum nos a naturalibus differre videntur, tanquam minus usitata; sed secundum Theologos et veritatem, miracula (saltem ea, quae sunt superioris ordinis, velut creare, annihilare) transcendunt omnes naturae creatae vires. Itaque quidquid ex naturis rerum inexplicabile est, quemadmodum attractio generalis materiae Newtoniana aliaque ejusmodi, vel miraculorum est, vel absurdum." Carta de Leibniz a J. Bernoulli, Leibniz, *Mathematische Schriften*, 3/2, pp. 962-3. ["I have also shown that, according to Newton, frequent miracles are necessary for maintaining the natural order, and from Clarke's excuses, I perceive that he himself does not have a good notion of a miracle. For in his view miracles seem distinct from natural occurrences only according to our apprehension, as being less ordinary; but according to theology and truth miracles (at least those which are of a higher order, such as to create or destroy) transcend all natural, created forces. Therefore whatever is inexplicable from the natures of things, such as the Newtonian universal attraction of matter and other things of that kind, is either miraculous or absurd." Traducción al inglés: *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 356.]

[118] "That the Soul should not operate upon the Body; and yet the Body, by mere mechanical impulse of Matter, conform itself to the Will of the Soul in all the infinite variety of spontaneous animal-motion; is a perpetual Miracle. Pre-established Harmony, is a mere Word or Term of Art, and does nothing towards

quinta y última carta de Clarke es poco estudiada por los especialistas, pero tal vez la mejor síntesis de la posición newtoniana en relación con la atracción y el milagro se encuentra en esta respuesta, junto con una crítica a la armonía preestablecida. Por ello vamos a citar largamente:

> It is very unreasonable to call Attraction a Miracle, and an unphilosophical Term; after it has been so often distinctly declared, that by That Term we do not mean to express the Cause of Bodies tending towards each other, but barely the Effect, or the Phaenomenon it self, and the Laws or Proportions of that Tendency discovered by Experience; whatever be or be not the Cause of it. And it seems stillmore unreasonable, not to admit Gravitation or Attraction in This sense, in which it is manifestly an actual Phaenomenon of nature; and yet at the same time to expect that there should be admitted so strange an Hypothesis, as the harmonia praestabilita; which is, that the Soul and Body of a Man have no more Influence upon each others Motions and Affections, than two Clocks, which, at the greatest distance from each other, go alike, without at all affecting each other. It is alleged indeed, that God, foreseeing the Inclination of every Man's Soul, so contrived at first the great Machine of the material Universe, as that, by the mere necessary Laws of Mechanism, suitable Motions should be excited in Human Bodies, as Parts of that great Machine. But is it possible, that such Kinds of Motion, and of such variety, as those in Human Bodies are; should be performed by mere Mechanism, without any Influence of Will and Mind upon them? Or is it credible, that when a Man has it in his Power to resolve and know a Month before-hand, what he will do upon such a particular Day or Hour to come; is it credible, I say, that his Body shall by the mere Power of Mechanism, impressed originally upon the material Universe at its Creation, punctually conform it self to the Resolutions of the Man's Mind at the time appointed? According to This Hypothesis, All Arguments in Philosophy, taken from Phenomena and Experiments, are at an end. For, if the harmonia praestabilita be true, a Man does not indeed see, nor hear, nor feel any thing, nor moves his Body; but only dreams tht he sees, and hears, and feels, and moves his Body. And if the World can once be perswaded, that a Man's Body is a mere Machine; and that all his seemingly voluntary Motions are performed by the mere necessary Laws of corporal Mechanism, without any Influence, or Operation, or Action at all of the Soul upon the Body; they will soon conclude, that this Machine is the whole Man; and tht the

---

explaining the cause of so miraculous an effect. … To suppose that in spontaneous animal-motion, the Soul gives no new motion or impression to Matter; but that all spontaneous animal-motion is performed by mechanical impulse of Matter; is reducing all things to mere Fate and Necessity." 4ª respuesta de Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz,* Vol. 7, p. 386.

harmonical Soul, in the Hypothesis of an harmonia praestabilita, is merely a Fiction and a Dream. Besides: What Difficulty is there avoided, by so strange an Hypothesis? This only; that it cannot be conceived (it seems) how immaterial Substance should act upon Matter. But is not God an immaterial Substance? And does not He act upon Matter? And what greater Difficulty is there in conceiving how an immaterial Substance should act upon Matter, than in conceiving how Matter acts upon Matter? Is it not as easy to conceive, how certain Parts of Matter may be obliged to follow the Motions and Affections of the Soul, without corporeal Contact; as that certain Portions of Matter should be obliged to follow each others Motions by the adhaesion of Parts, which no Mechanism can account for? Or that Rays of light should reflect regularly from a Surface which they never touch? Of which, Sir Isaac Newton in his Opticks has given us several evident and ocular Experiments. … Nor is it less surprizing, to find this Assertion again repeated in express Words, that, after the first Creation of Things, the continuation of the Motions of the heavenly Bodies, and the Formation of Plants and Animals, and every Motion of the Bodies both of Men and all other Animals, is as mechanical as the Motions of a Clock. Whoever entertains this Opinion, is (I think) obliged in reason to be able to explain particularly, by what Laws of Mechanism the Planets and Comets can continue to move in the Orbs they do, thro' unresisting Spaces; and by what mechanical Laws, both Plants and Animals are formed; and how the infinitely various spontaneous Motions of Animals and Men, are performed. Which, I am fully persuaded, is as impossible to make out, as it would be to show how a House or City could be built, or the World it self have been at first formed by mere Mechanism, without any Intelligent and Active Cause. That Things could not be at first produced by Mechanism, is expressly allowed: And, when this is once granted; why, after That, so great Concern should be shown, to exclude God's actual Government of the World, and to allow his Providence to act no further than barely in concurring (as the Phrase is) to let all Things do only what they would do of themselves by mere Mechanism; and why it should be thought tht God is under any Obligation or Confinement either in Nature or Wisdom, never to bring about any thing in the Universe, but what is possible for a corporeal Machine to accomplish by mere mechanick Laws, after it is once set a going; I can no way conceive.[119]

---

[119] 5ª carta de Clarke, *Die philosophischen Schriften von Leibniz,* Vol. 7, pp. 437-9.

§ 15. Los puntos de vista de Christian Wolff acerca de la atracción, la acción a distancia y el milagro

De acuerdo con Christian Wolff, la fundamentación de las leyes del movimiento y de todos los cambios que ocurren en el mundo pertenece a la *cosmología general*, que es una parte de la *metafísica*.[120] En su *Cosmologia generalis,* Wolff aplica a la determinación del mundo como un ente compuesto lo que ha establecido acerca del ente compuesto en su *Ontologia*.[121] Este autor está a favor de la filosofía mecánica,[122] que para él consiste en explicar todos los cambios que sobrevienen a los cuerpos a

---

[120] Para Wolff, la cosmología general o trascendental es la ciencia del mundo en general en tanto ente compuesto y modificable, la cual, en tanto tratado de filosofía de la naturaleza, es una parte de la metafísica. Christian Wolff, *Cosmologia generalis*, Jean Ecole Ed., Christian Wolff. *Gesammelte Werke*, J. École, J. E. Hoffmann, M. Thomann, H. W. Arndt, Eds., Georg Olms Verlagsbuchhandlung, Hildesheim, 1964, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 4. Reproducción de la segunda edición de Frankfurt & Leipzig, 1737, § 1, p. 1. La cosmología general tiene como objeto establecer la doctrina del mundo, de los cuerpos que lo componen y de los elementos a partir de los cuales se originan los cuerpos. *Discursus praeliminaris de philosophia in genere*, Christian Wolff. *Gesammelte Werke,* II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 1.1, §§ 77, 78, 97, pp. 35, 36, 44. En cuanto tal, la *Cosmologia generalis* wolffiana es un conocimiento racional del mundo a partir de los principios de la *Ontologia generalis*, que constituye la base de la física, y tiene como finalidad establecer de manera a priori los conceptos y leyes que rigen el estudio físico del mundo. *Cosmologia generalis*, § 1 not., pp. 1-2, § 7, p. 6-7, § 8, p. 7.

[121] Christian Wolff, *Ontologia*, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 3, reproducción de la segunda edición de Frankfurt & Leipzig, 1736. En relación con la metafísica de Wolff, el lector interesado puede consultar: Mariano Campo, *Cristiano Wolff e il Razionalismo Precritico*, Tomo Primo, Milano, Societa Editrice "Vita e Pensiero", 1939; Jean École, *Introduction a L'Opus Metaphysicum de Christian Wolff,* Paris, Vrin, 1985; Jean École, *La métaphysique de Christian Wolff,* 2 Vols., Hildesheim, Georg Olms Verlag, 1990, en Christian Wolff, *Gesammelte Werke*, *Materialen und Dokumente*, J. École, H. W. Arndt, Ch. A. Corr, J. E. Hofmann, M. Thomann, Editores, Vols. 12.1-2, Hildesheim, Georg Olms, 1990. En relación con la *Cosmologia generalis* se puede leer: John V Burns, *Dynamism in the Cosmology of Christian Wolff. A Study in Pre-critical Rationalism,* New York, Exposition Press, 1966; Jean École, "Un essai d'explication rationnelle du monde ou la *Cosmologia generalis* de Christian Wolff", en Jean École, *Introduction a l'opus metaphysicum de Christian Wolff,* publicado por primera vez en *Giornale di metafisica*, 1963/6, pp. 622-650, p. 23 (625) y el Vol. 1 de Jean École, *La métaphysique de Christian Wolff.*

[122] Christian Wolff, *Cosmologia generalis,* Not. § 73, p. 67.

partir de su estructura, textura y mezcla, o a partir del modo de su composición, de acuerdo con las reglas del movimiento.[123] Según la *Cosmologia generalis*, en la filosofía mecánica reside la base de la física.[124]

Para Wolff, el mundo es una máquina,[125] y la contingencia del mundo se encuentra unida a un encadenamiento causal riguroso.[126] Ahora bien, la concepción wolffiana del mundo y los cuerpos es deudora de la dinámica leibniziana, en tanto la unión de dinámica y mecanismo en la *Cosmologia generalis* esta fuertemente inspirada por la manera en que Leibniz proporciona su explicación mecanicista del mundo.[127] De esta manera, Wolff piensa que el orden de la naturaleza está sometido a las reglas del movimiento, de las cuales hay que tener una idea para comprender dicho orden. Corresponde a la mecánica establecer dichas reglas, pero ellas a su vez se vinculan a principios más generales, a saber: las leyes del movimiento, que la mecánica tiene que suponer y que corresponde demostrar a la metafísica.

Bajo la influencia de Leibniz, Wolff ve a la cohesión como un movimiento conspirante.[128] Dos corpúsculos que son empujados uno hacia el otro en direcciones contrarias se adhieren uno al otro, cualquiera que sea su figura.[129] También la atracción debe ser comprendida como un movimiento conspirante. Con esto ultimo, Wolff se opone a los

---

[123] Ibid., § 75, p. 68
[124] Ibid., Not. § 79, p. 72.
[125] Ibid., §§ 73-74, p. 67. Pero cuando Wolff dice que el mundo es una máquina, se trata de una comparación y no de que asimila el mundo a una máquina. Por otro lado, Wolff no es un partidario incondicional de la filosofía mecánica. Sobre esto ver Jean École, *La métaphysique de Christian Wolff*, Vol. 1, pp. 227 ss.
[126] Ibid., p. 230.
[127] Como lo ha notado Jean École, "Un essai d'explication rationnelle du monde ou la *Cosmologia generalis* de Christian Wolff", p. 30.
[128] Christian Wolff, *Cosmologia generalis*, § 292 y not., pp. 220, y 221: "Atque hinc intelligitur, quid sibi velit Leibnitius, quando motum conspirantem dixit cohaesionis causam."
[129] Ibid., § 291, p. 220. "*Si duo corpuscula A & B vi quacunque insita vel quomodocunque impressa secundum contrarias directiones urgeantur adversus se invicem; eo ipso cohaerent*." Esto es contrario a la tesis del atomismo, que hacía depender la cohesión de la figura de los átomos materiales.

newtonianos, a quienes critica porque piensan que la atracción es la causa de toda cohesión.[130] Nuestro autor tiene en mientes principalmente el trabajo sobre las fuerzas atractivas de Keill.[131] En el § 189 de la *Cosmologia generalis*, Wolff trata acerca de las *cualidades ocultas* y sostiene que la gravedad de los newtonianos es una *qualitas oculta*, rechazándola por ello.[132] Para él, como para Descartes y Leibniz, un cuerpo actúa sobre otro únicamente por medio de choques, es decir, si ambos cuerpos están en conflicto.[133] Esto requiere que se toquen,[134] por lo cual rechaza la *actio in distans* —definida en la *Cosmologia generalis* como aquella que prescinde de todo contacto entre los cuerpos— como imposible.[135]

El capítulo IV de la *Cosmologia generalis* trata acerca de las leyes del movimiento.[136] De acuerdo con Wolff, ningún cuerpo se puede mover a sí mismo,[137] por lo cual, si un cuerpo quieto se mueve, ello se debe a una causa externa al mismo.[138] Ahora bien, los cuerpos se mueven únicamente por choques,[139] y no por la atracción.[140] En consecuencia, ya que el impulso se funda en el contacto, los cuerpos actúan unos sobre otros únicamente por contacto. Así pues, todo cambio de movimiento ocurre por conflicto entre cuerpos,[141] el impacto causa el conflicto,[142] y hay conflicto cuando un cuerpo impele a otro.[143]

---

[130] Ibid., §§ 291, 292 y not., pp. 220-222.
[131] John Keill, "Epistola ad Cl. virum Gulielmum Cockburn, Medicinæ Doctorem. In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," 1708, en *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 26, 1708-1709, pp. 97-110, Theo IV, p. 100 y Theo IX, pp. 101-2.
[132] Christian Wolff, *Cosmologia generalis*, § 189 p. 149.
[133] Ibid., §§ 320, 324, pp. 239, 241.
[134] Ibid., §§ 321, 327, pp. 239-40, 243.
[135] Ibid., §§ 322, 323, pp. 240-1.
[136] Ibid., § 304 p. 229.
[137] Ibid., § 305, p. 230.
[138] Ibid., § 306, p. 230.
[139] Ibid., § 320, p. 239.
[140] Ibid., § 321, p. 240.
[141] Ibid., § 326, pp. 242-3.
[142] Ibid., § 334, pp. 245-6.
[143] Ibid., § 340, p. 249.

Según Wolff, *natural* es aquello de lo cual la razón está contenida dentro de la esencia y la naturaleza de un ente.[144] *Sobrenatural*, al contrario, es aquello que no tiene allí su razón.[145] Por lo tanto, *natural* y *sobrenatural* se oponen contradictoriamente y no hay punto medio entre ellos. Si se trata de cuerpos, es posible decir que son naturales los cambios de ellos que se explican por medio de la manera en la cual sus partes están unidas, las cualidades de las mismas y las reglas del movimiento, mientras que son sobrenaturales aquellos que no pueden explicarse así.[146] Aquí de nuevo se nota su filiación respecto del pensamiento de Leibniz. Debido a ello, compartió las críticas que este último hacía a los ingleses por proponer una intervención continua de Dios en el mundo, la cual, produciendo cambios sobrenaturales, sería milagrosa.

Es conocido que Wolff fue uno de los aliados de Leibniz en las disputas con los newtonianos. Así, por ejemplo, en una carta a Leibniz de marzo de 1716, Wolff critica ciertos argumentos, contenidos en una *Recensión* de la contienda acerca de la prioridad en la invención del cálculo publicada en las *Philosophical Transactions* de la *Real Sociedad*, e insiste —posiblemente con la intención de sugerir que el juicio de Newton es corto— en que este piensa que la causa de la gravedad es otra diferente al mecanismo.[147] Wolff cita del *escolio general* de la segunda edición de los *Principia* y recuerda que por esto, en su correspondencia

[144] Ibid., § 509, p. 396.
[145] Ibid., § 510, p. 396.
[146] Ibid., § 511, p. 397.
[147] La reseña anónima de los *Principia* aparecida en las *Acta Eruditorum* en marzo de 1714, atribuía a Newton haber sostenido que la gravedad se origina en alguna otra causa; más aún, que negaba que esta causa sea mecánica, porque no actúa según la cantidad de la superficie, sino según la cantidad de la materia sólida. "Vim gravitatis a causa aliqua ultro concedit, ast eam mechanicam esse regat, quia non agit pro quantitate superficierum sed materiæ solidæ" *Acta Eruditorum*, marzo de 1714, pp. 131-42; p. 142. Los newtonianos resintieron esta reseña, interpretándola, a la luz de la polémica sobre la invención del cálculo, como un intento de mostrar falta de juicio de Newton, lo cual probaría que no podía haber inventado el cálculo.

con Hartsoeker,[148] Leibniz había acusado a Newton de transformar a la gravedad en una propiedad esencial de los cuerpos, una cualidad oculta y un milagro.[149] Hoy en día se sabe que el autor de la *Recensión* en

---

[148] Carta de Leibniz a Hartsoeker, 6 de febrero de 1711, *Die philosophischen Schriften von Leibniz*, Vol. 3, pp. 517-19. Nos hemos referido a esta carta en el parágrafo anterior; ver notas 66, 68, 70, 71.

[149] "Quae Keilius in Actis Anglicanis [las *Philosophical Transactions*] contra Philosophica E.T. objecit [se refiere a la *Recensio*], nullius sunt ponderis, immo ne nomine objectionis digna: recenset enim tantum nonnulla, in quibus E.T. dissident a Newtono, quasi vero Newtoniana adeo sint manifesta, ut erronea censenda sunt, quae cum iis non conveniunt. Miror autem, quod homo insulsus asserere non erubescat, [Wolff cita de *Philosophical Transactions*, 29, 1715, pp. 173-224, p. 223:] The editors of the Acta Eruditorum have told the World, that Mr. Newton denies, that the cause of gravity is mechanical … and Mr. Leibniz hath accused him of making Gravity a natural or essential property of bodies, and an occult quality and miracle. And by this sort of railery they are perswading the Germans, that Mr. Newton wants judgment, and was not able to invent the infinitesimal method. [Fin de la cita] Diserte enim Newtonus ait, causam gravitatis non agere [Wolff cita del escolio general de la segunda edición de los *Principia*, 1713, p. 484. Ver Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934, pp. 546 y 547:] pro quantitate superficierum particularum, in quas agit, ut solen causae mechanicae, et vi spiritus cujusdam subtilissimi corpora crassa pervadente et in iisdem latente particulas corporum ad minimas distantias se mutuo attrahere etc. [Fin de la cita] Immo ipsimet Angli (forsam ipse Keilius) in Diario Hagiensi [el *Journal Literaire*], p. 217 scribunt de Newtono, il demontre, que la gravité n'est pas purement mechanique." Carta de Wolff a Leibniz, 15 de marzo de 1716, Gerhardt, *Briefwechsel zwischen Leibniz und Wolff*, pp. 181-3, pp. 182-3. ["The points which Keill has raised against Your Excellency's philosophy in the English [*Philosophical*] *Transactions* [se refiere a la *Recensio*] are of no weight, indeed are not worthy to be called objections; for he only repeats some things concerning which Your Excellency disagrees with Newton as though the Newtonian version were really so obvious, that anything in disagreement with it is to be taken as false. I am astonished, however, that the foolish man does not blush claim that [Wolff cita de *Philosophical Transactions*, 29, 1715, pp. 173-224, p. 223:] The editors of the Acta Eruditorum have told the World, that Mr Newton denies, that the cause of gravity is mechanical … and Mr. Leibniz hath accused him of making Gravity a natural or essential property of bodies, and an occult quality and miracle. And by this sort of raillery they are perswading the Germans, that Mr. Newton wants judgment, and was not able to invent the infinitesimal method. [Fin de la cita] For Newton clearly says that the cause of gravity does not act [Wolff cita del escolio general de la segunda edición de los *Principia*, 1713, p. 484. Ver Isaac Newton, *Philosophiae*

cuestión fue el propio Newton, quien en las páginas finales de este escrito había discutido —criticándolos— los puntos de vista filosóficos de Leibniz. Sin embargo, Wolff pensó que el autor era Keill,[150] con quien ya había cruzado sables en 1710,[151] después de que en los *Aërometriae Elementa* de 1709 presentara objeciones a un argumento probatorio del vacío propuesto por el escocés.[152] En la *Deutsche Physik*, Wolff rechaza la doctrina de la extrema sutileza de la materia que aparece por primera vez en la lectio 5 de la *Introductio ad Veram Physicam* de Keill.[153] Y, como ya hemos visto, en la *Cosmologia generalis* niega que su doctrina de las fuerzas atractivas sea verdadera y que sirva como explicación de la cohesión.

Naturalis Principia Mathematica, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934, p. 546 y 547:] 'according to the quantity of the surfaces of the particles on which it acts, as mechanical forces do,' and that, by the 'force of a certain very subtle spirit pervading dense bodies and lying hidden in them, the particles of bodies mutually attract one another at the least distances,' etc. [Fin de la cita] Indeed the English themselves (perhaps Keill himself) in the Hague *Journal* [*Literaire*] p. 317 write of Newton, 'il demontre, que la gravité n'est pas purement mechanique.'" Traducción al inglés tomada de *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 298.]

150 *The Correspondence of Newton*, Vol. 6, p. 298, nota 1.

151 Nos hemos referido a esto en la primera parte de esta investigación, Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1, John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud*, § 5, p. 110.

152 Christian Wolff, *Aërometriae Elementa*, en Christian Wolf, *Gesammelte Werke*, J. École, H. W. Arndt, Ch. A. Corr, J. E. Hofmann, M. Thomann, Eds., Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1981, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 37. Reimpresión de la edición de Leipzig, 1709, Axioma III, Scholion II, pp. 16-18.

153 John Keill, *Introdutio Ad Veram Physicam: seu Lectiones Physicæ Habitæ in Schola Naturalis Philosophiæ Academiæ Oxoniensis. Quibus accedunt Christiani Hugenii Theoremata de Vi Centrifuga & Motu Circulare demonstrata*, 2ª Edición, Oxoniæ, 1705, lectio 5, pp. 40 ss, esp. 43 ss; Christian Wolff, *Vernünftige Gedanken von den Würckungen der Natur (Deutsche Physik),* Charles A. Corr Ed., Christian Wolff. *Gesammelte Werke*, J. Ecole, H. W. Arndt, Ch. A. Corr, J. E. Hofmann, M. Thomann, Eds., Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1981, I. Abteilung, Deutsche Schriften, Vol. 6, Reimpresión de la Edición de Halle, 1723, § 3, p. 10.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

§ 16. Las diferentes explicaciones de la atracción

Las explicaciones mecánicas de la gravitación se basan en el impulso —fundado en el contacto—, al que consideran la única manera de transmitir el movimiento, como consecuencia de la impenetrabilidad de la materia. La teoría de los vórtices cartesiana se apoya en la idea de que los espacios celestes están llenos de un fluido compuesto por infinitas partículas, el cual gira circularmente como un torbellino que tiene al sol en el centro —algo así como los remolinos en los ríos— y arrastra a los cuerpos celestes.[1] Todo esto sucede en un *plenum*, debido a la identidad entre cuerpo y extensión. Newton mismo intentó explicar la gravedad mecánicamente mediante teorías hidrostáticas que se apoyaban en diferencias de presión en un éter. Nos referimos a sus primeras especulaciones, apenas esbozadas epistolarmente en la década de 1670, antes de descubrir el principio de la gravitación universal, pero que siguió desarrollando después.

En los *Philosophia naturalis principia mathematica*, Newton presenta una *consideración matemática* de la *gravedad* que no la da por existente en la materia y permite dar cuenta de los fenómenos gravitatorios sin tener que hacer hipótesis acerca de cuál sea su verdadera

---

[1] *Principes de la Philosophie*, en *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 -1974, Vol. IX-2, III, 24, 25-28, pp. 112-13 ; 30, pp. 115-16.

causa. Varios británicos dieron diferentes explicaciones de otras fuerzas atractivas, las cuales sí presumían la existencia real de tales fuerzas, y el propio Newton a veces pareció estar de acuerdo con algunas de estas explicaciones. Dos tipos de aclaración fueron las más destacadas. A saber: *i*- que la atracción pertenece a la esencia de la materia; *ii*- que la atracción pertenece a la materia, mas no por su esencia, sino por una impresión divina. Frente al punto de vista de los *Principia mathematica*, la crítica de Leibniz y sus seguidores es que la consideración matemática no nos da la causa de la atracción, que debe ser conocida por la filosofía natural, de acuerdo con la aspiración racionalista de saber los primeros principios de las cosas. En cuanto a los puntos de vista de los seguidores de Newton, la objeción desde el campo leibniziano es que la atracción es una cualidad oculta y algo absurdo, pues no es un principio claro y distinto de la materia, ni puede reducirse a principios de esa clase, sino que los contradice.

La explicación leibniziana de la gravedad es mecánica y consiste en una teoría vortical más refinada que la de Descartes. Leibniz propuso una formulación matemática de los vórtices sumamente compleja que no llegó a tener éxito como aclaración de la gravitación. Las teorías de Descartes y Leibniz acerca de la causa de la gravitación fueron abandonadas debido a su carácter especulativo, a dificultades insuperables contenidas en la explicación vortical de los fenómenos gravitatorios y a que no todos estaban dispuestos a aceptar los puntos de vista acerca de la estructura de la materia subyacentes a dichas teorías, como por ejemplo, respecto de los vórtices cartesianos, la doctrina de los tres elementos o las características peculiares atribuidas por Descartes al medio fluido celeste —e incluso la afirmación de que los cielos estén llenos de un medio fluido—. Aclarar la gravedad a partir de principios absolutos de la materia constituía una cuestión sumamente compleja. Se podría argüir que todavía hoy la misma no ha encontrado respuesta definitiva, pero eso no lo podían saber Descartes y Leibniz. Otros problemas, propios de la filosofía racionalista, igualmente contribuyeron a que su física fuera dejada a un lado. A saber, la posibilidad de que la *idea clara y distinta*, lograda por la razón, en vez de dar un conocimiento cierto de la realidad de las cosas, se funde en contenidos de la mente tomados por realidades, quizás debido a una influencia no descubierta de

la tradición, o a algún desconocido motivo netamente subjetivo. Con esto está relacionada la actitud del racionalismo frente a la experiencia, que, si bien declara su importancia, por otro lado le otorga un papel secundario en la aprehensión de los principios de la física. Esto podía tener —y tuvo— como consecuencia una física que incluyó principios erróneos, como la mayoría de las reglas cartesianas de las colisiones.

A lo largo de este trabajo hemos visto que, a pesar de los problemas y errores contenidos en sus teorías físicas y explicaciones de la gravedad, los racionalistas tenían una concepción de la filosofía mecánica más rigurosa y consecuente con los principios de la misma que los newtonianos. No deja de ser paradójico que, por ello mismo, los racionalistas pudieron haber impedido o estorbado el progreso de la nueva física, al exigir de la misma un rigor excesivo en las etapas iniciales. Leibniz y sus seguidores tuvieron razón en sus críticas a las fuerzas atractivas postuladas por Keill, a la acción a distancia, a la teoría del espacio y a otros argumentos de los británicos, sobre todo cuando las discusiones entraron en el terreno filosófico y teológico. Sus objeciones a la atracción y la acción a distancia, así como la hipótesis del éter, habrían de ejercer influjo más adelante. No obstante, fue afortunado que los newtonianos no hicieran caso a la demanda de avocarse a hallar la causa de la gravedad. La consideración matemática de las fuerzas presentada por Newton —aplicable a la gravedad— tenía una ventaja fundamental, ya que permitió desarrollar una teoría física y un método mediante los cuales se podía demostrar los fenómenos a partir de unas pocas leyes que concordaban con la experiencia.[2] Con ello, la investigación abandonó la aspiración racionalista de dar cuenta de toda la física a partir de primeros principios de la materia hallados por la razón —en tanto facultad de conocer verdades universales y necesarias—. Una consecuencia importante de esto es que la investigación y fundamentación de los principios de la ciencia —y por consiguiente de la materia— adoptó el método hipotético-deductivo experimental.

[2] El método fue, como es sabido, sumamente exitoso, no sólo en la construcción de teorías científicas, sino en aplicaciones prácticas, ya que fortaleció el poder del hombre para intervenir en la naturaleza, produciendo un impacto profundo en el desarrollo de la técnica y el surgimiento de la tecnología.

§ 17. Las dificultades de la fuerza atractiva

Los racionalistas leibnizianos no aceptaron la *actio in distans*, ni la atracción, ni el vacío, mientras que estos fueron afirmados por los seguidores de Newton y, bajo el influjo de los newtonianos, incluso Locke llegó a admitir la atracción, de lo cual se quejó Leibniz. Para explicar la diferencia entre estas dos actitudes, tenemos que reparar en que unos y otros admiten diferentes criterios para reconocer la claridad y distinción de los conocimientos verdaderos y, por lo tanto, aceptan distintas maneras de conocer los principios de la materia. Para el racionalismo leibniziano, la determinación de las esencias —por ejemplo: la del cuerpo o materia— en tanto universales sólo puede ser llevada a cabo por la razón de manera a priori, mediante el análisis de nuestras ideas. Tenemos una idea clara —pero todavía indistinta— del cuerpo, que nos permite reconocer cuerpos.[3] El análisis de esta idea o concepto, regido por los principios de no contradicción y razón suficiente, fundamentos de los razonamientos, nos proporciona un conocimiento distinto de la esencia del cuerpo. Ello es posible porque se puede completar dicho análisis —bajo el supuesto de que la comprensión de los conceptos constituye, por así decirlo, un conjunto cerrado—, revelando la totalidad de dicha comprensión y excluyendo las notas que no pertenecen a la misma, de manera que se puede predicar del concepto todo aquello y solamente aquello que le pertenece. Esto hace posible llegar a una idea clara y distinta de la esencia correspondiente, mediante la descripción y enumeración de todas las notas que comprende.

A partir de la modernidad, la materia es concebida como lo extenso que ocupa un lugar y lo conserva en virtud de su impenetrabilidad. La materia así pensada es movible e inerte, por lo cual, para que se mueva es necesario que algo exterior actúe sobre ella y la mueva. Sólo materia —y ningún espíritu— puede actuar sobre otra materia. Además, ninguna parte de materia puede actuar sobre sí misma. Ahora hay que añadir una precisión medular: La comprensión del movimiento requiere que, además del cambio de lugar y la velocidad del mismo, se tenga en cuenta

---

[3] Nos hemos referido a los criterios de claridad y distinción en Descartes y Leibniz en la introducción, ver nota 78 y el párrafo correspondiente.

la variación de la velocidad, que es la aceleración. Es para que un cuerpo se mueva con aceleración que se requiere que otro cuerpo actúe sobre él, aplicándole una fuerza, ya que por sí sola y sin que otra materia actúe sobre ella, la materia se mantiene en reposo o movimiento uniforme (con velocidad constante) en línea recta.[4] Esto a consecuencia de su inercia, es decir, de la resistencia de la materia a ser acelerada.[5]

Para cartesianos y leibnizianos, la acción de una parte de materia sobre otra sólo es posible por medio de impulsos basados en el contacto, de manera que la materia comunica movimiento a otra materia únicamente por esta vía. Ahora bien, la acción de un cuerpo sobre otro es posible porque al topar con él encuentra una resistencia constituida por su impenetrabilidad. Si un cuerpo dado no tuviera impenetrabilidad, cualquier otro cuerpo que avance sobre él ocuparía su espacio. De manera similar, si el cuerpo que avanza no fuera impenetrable, el otro cuerpo ocuparía su espacio. Como el cuerpo que se mueve encuentra resistencia, la cual a su vez es posible porque él mismo también la presenta, el contacto es posible y que el cuerpo que avanza choque y empuje al cuerpo que ofrece resistencia. Así pues, la impenetrabilidad es fundamento del contacto, del choque de los cuerpos y del movimiento que resulta de dicho choque. Un cuerpo que choca con otro lo mueve, ya que en vez de penetrar su espacio encuentra su impenetrabilidad, lo cual hace posible que le transmita parte de —o todo— su movimiento, es decir: que lo empuje. De acuerdo con el punto de vista del racionalismo leibniziano, la acción de un cuerpo sobre otro se explica a partir de las propiedades esenciales de la materia, descubiertas, según dijimos, por un análisis completo de la idea de materia. La única de estas propiedades que puede fundar tal acción es la impenetrabilidad —no así la extensión, la movilidad o la inercia— y la única manera en que un cuerpo actúe

[4] Por ello, a partir de la modernidad, la dinámica —que relaciona el movimiento con las fuerzas que intervienen en el mismo y las propiedades de los cuerpos en movimiento— se vuelve necesaria como fundamento de la cinemática —que describe el movimiento—. Ambas, dinámica y cinemática, constituyen la mecánica, que es la parte de la física que estudia el movimiento.

[5] El primero en formular correctamente esta propiedad fue Descartes, como parte de los principios de la *res extensa* conocidos por la razón. *Le Monde*, en *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 -1974, Vol. XI., Cap. 7, pp. 37 ss.

sobre otro como consecuencia de la impenetrabilidad de la materia es por medio del contacto. Si la única propiedad contenida en la esencia de la materia en virtud de la cual ésta puede actuar sobre otra materia es la impenetrabilidad, sólo el contacto es posible. El contacto requiere la presencia local, esto es, la contigüidad. La materia sólo puede actuar donde está y sobre lo que tiene inmediatamente al lado, lo cual quiere decir que sólo puede actuar sobre aquello que encuentra a su paso cuando se mueve y de esto se sigue que la acción a distancia es imposible. En consecuencia, la atracción, si es postulada como parte de la esencia de la materia y por lo tanto como *actio in distans*, es absurda. Los racionalistas explican esto desde la contradicción. Ningún análisis de lo que está contenido en la esencia de la materia puede mostrar la acción a distancia ni la existencia de una fuerza atractiva que actúe a distancia. Al contrario, para ellos, la afirmación de esta fuerza conduce a una contradicción lógica, pues equivale a predicar de la materia lo que ella no es. Como no puede existir tal propiedad en la materia y tampoco puede derivarse de principios claros y distintos de los cuerpos,[6] se trata de una cualidad oculta. Y si se recurre a Dios para sostenerla, ello es contrario al concepto de Dios, pues lo rebaja.

Desde el punto de vista newtoniano, la determinación de la comprensión del concepto de materia se funda en los experimentos. Según la tercera regla del filosofar de Newton: "*The qualities of bodies, which admit neither intensification nor remission of degrees, and which are found to belong to all bodies within the reach of our experiments, are to be esteemed the universal qualities of all bodies whatsoever*."[7] En todos los cuerpos que hemos percibido por medio de nuestros sentidos encontramos extensión, dureza, impenetrabilidad, movilidad e inercia. Aunque los sentidos no nos permiten percibir esas propiedades en la totalidad de los cuerpos, como las hemos encontrado en todos los cuerpos con los cuales hemos tratado, concluimos que son propiedades

[6] Lo cual es imposible, pues no se puede dar cuenta en la materia inerte de una propiedad de actuar sobre otros cuerpos

[7] Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934, Book III, Rule III, p. 398.

universales de los cuerpos.[8] Nótese que, de acuerdo con esta regla, las cualidades de los cuerpos se determinan por inducción empírica. Newton es consecuente con su regla, por ello, en general, no atribuye a la materia una cualidad atractiva y sostiene que el problema de la división de la materia tiene que resolverse experimentalmente.[9] En cambio, si bien Keill concuerda en que la materia tiene las propiedades antes mencionadas, añade la atracción —que en realidad no es corroborada por la experiencia— y piensa que la divisibilidad infinita de la materia puede ser probada a priori, mediante argumentos geométricos.[10] ¿Por qué postula una fuerza atractiva sin evidencia empírica de ella? Es cierto que la experiencia no prueba que existan fuerzas atractivas en la materia, pero de ello no se sigue su inexistencia, ya que la misma no es lógicamente imposible. Por otro lado, así como la experiencia no nos puede decir que una nota está necesariamente ligada a un concepto —p. ej., el peso al concepto de cuerpo—, tampoco nos permite determinar la totalidad de las notas que están unidas a dicho concepto, ya que la comprensión del mismo puede ser ampliada por nuevas experiencias, que muestren la conexión del concepto con nuevas notas. En consecuencia, la experiencia no puede proporcionar una determinación completa y definitiva de lo que pertenece a la esencia de la materia, excluyendo definitivamente propiedades como la atracción. Puede no ser razonable afirmar la existencia de una fuerza atractiva en la materia, de lo cual se da cuenta Newton y por ello no llega a hacerlo de manera inequívoca como Keill. Pero como no se trata de una imposibilidad lógica, si a ello se añade algo de audacia y poca agudeza filosófica, podemos entender como los seguidores de Newton llegaron a sostener la existencia de diversas fuerzas atractivas pertenecientes a la esencia de la materia. A

[8] Ibid.

[9] "… had we the proof of but one experiment that any undivided particle, in breaking a hard and solid body, suffered a division, we might by virtue of this rule conclude that the undivided as well as the divided particles may be divided and actually separated to infinity." Ibid., p. 399.

[10] Hemos tratado los puntos de vista de Keill en torno a la divisibilidad infinita de la materia en la primera parte de este trabajo: Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad*, *Volumen 1, John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud,* Cap. 2, pp. 117 ss.; ver también el parágrafo 15 de las conclusiones, pp. 211 ss.

esto hay que añadir que ellos creyeron que experimentos como los realizados por Hauksbee probaban su doctrina de las fuerzas atractivas.[11] Es posible que, consciente del riesgo de proponer como teoría lo que sólo podía ser presentado como especulación, pero valorando la idea de las fuerzas atractivas, Newton lograra, o permitiera, que Keill propusiera formalmente una doctrina de la existencia de fuerzas atractivas, que él mismo había avanzado y después habría de seguir desarrollando *como hipótesis* en la *Óptica*. En todo caso, Keill estaba en contacto con Newton y debe haber obtenido su aprobación antes de publicar la "*Epistola ... In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur*."

Los newtonianos piensan tácitamente que la acción a distancia no es incomprensible ni imposible lógicamente. Para ellos no hay contradicción en que la materia actúe donde no está. Con ello aceptan que un cuerpo puede estar presente a otro sin contacto. Lo que hemos señalado está a la base de algunos razonamientos que defienden a la atracción como propiedad de la materia. En estos se arguye (implícitamente) de la siguiente manera: si se dice que no se comprende la *actio in distans*, tampoco es comprensible el contacto. A quien objeta que la atracción no ha sido explicada, se le responde que tampoco el contacto lo ha sido. Encontramos razonamientos de este tipo en Cheyne y, por cierto, medio siglo después, en el Kant pre y post crítico. Kant va incluso más allá, pues en última instancia, en su *Monadologia physica* sólo admite la acción a distancia, ya que, en contra de su tradición, funda metafísicamente el contacto en la acción a distancia de fuerzas de impenetrabilidad y atracción.

§ 18. La intervención de Dios en el mundo

La disputa en torno a la fuerza atractiva está relacionada con las preguntas acerca de la esencia del mecanicismo y la posibilidad de que la explicación mecanicista de la naturaleza sea completa. ¿Es así, o el punto de vista mecánico es necesariamente parcial y debe ser completado

---

[11] Ver §§ 2, 3 y 13 (nota 130).

recurriendo a causas finales y en última instancia a Dios? De esta manera piensan Newton y los suyos, mientras que Leibniz cree que Dios no interviene en la naturaleza porque no necesita hacerlo. He aquí una discusión central para la ciencia, para su independencia de la religión y también para la teología racional.

Descartes propone un principio de conservación o no disipación del movimiento total en el mundo. [12] Dicho principio tiene como consecuencia que en el mundo todo tiene causa natural, pues los cambios no pueden atribuirse a la acción de Dios, ya que la misma no cambia. El mecanicismo cartesiano excluye las intervenciones de Dios, que, más allá de la creación y conservación del mundo y sus leyes, serían extraordinarias. Si no se suscribe el principio de conservación y se acepta que hay disipación del movimiento, se hace necesario postular un agente que lo reponga, a saber: Dios, pues no todos los fenómenos tendrían suficiente causa natural.

Leibniz y sus seguidores tienen un punto de vista parecido al de Descartes, si bien Leibniz piensa que lo que se conserva es la fuerza. Por ello reaccionan contra la inclinación newtoniana a proponer la intervención divina para completar la explicación de los fenómenos naturales. Un mecanicismo consecuente implica la negación de la intervención de Dios en el mundo. No obstante, según hemos visto, varios autores newtonianos afirmaron dicha intervención, a la vez que aceptaban los principios fundamentales del mecanicismo. Ellos pensaron que si en sí misma la materia es inerte y no actúa sobre otra materia sino a través del contacto, era posible concebir que Dios, en su omnipotencia, reponga el movimiento que se pierde en la naturaleza —por ejemplo, que ajuste periódicamente el movimiento de rotación de los planetas, para evitar que estos sean absorbidos por la gravitación del sol— o que imprima una fuerza atractiva en la materia. Dichos autores creyeron que esto no contradice los principios del mecanicismo, ni el concepto de Dios, a lo cual hay que añadir su interés —propio del ambiente cultural británico de la época— en conciliar la ciencia con la religión. El mero

[12] Ver, por ejemplo: *Le Monde*, en *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 -1974, Vol. XI., Cap. 3, p. 11.

mecanicismo —sostuvieron— no puede aclarar todo en la naturaleza, la exposición mecanicista es parcial y se necesita a Dios para completar la explicación de la naturaleza. Por esta razón, ni Newton —cuando piensa que la intervención divina es necesaria para reponer el movimiento de rotación de los planetas—, ni Bentley o Cheyne, cuando proponen que Dios imprime la atracción en la materia, creen apartarse de la filosofía mecánica.

Así pues, bien sea porque pensaran que no todo se puede explicar mecánicamente en la naturaleza o porque creyeran que las causas finales y la intervención divina han de ser admitidas en la filosofía natural, los newtonianos razonan que hay finalidad en la naturaleza y la misma no debe ser eliminada de la filosofía mecánica.[13] Frente a ellos, Leibniz es un mecanicista estricto respecto de la materia, por lo cual no está de acuerdo con la admisión de causas finales en la filosofía natural. Por otro lado, sostiene que afirmar que Dios tiene que intervenir en el mundo, para reponer el movimiento de los planetas o imprimir una fuerza atractiva a la materia, es absurdo y rebaja su concepto. Dios logra los efectos que quiere en el mundo por medio de causas naturales, pues todo lo ha previsto y preparado por anticipado, de manera que no tiene que intervenir constantemente en la naturaleza. Es conocido que Leibniz piensa que todo ocurre de manera mecánica y a la vez metafísica, pero la conciliación de la metafísica con el mecanicismo en su filosofía de la naturaleza es posible en virtud de la armonía preestablecida, no de una inclusión de conceptos propios de la metafísica en la filosofía mecánica. Respecto del problema que nos ocupa, la armonía preestablecida permite, por una parte, separar la filosofía mecánica de la metafísica y la teología, con lo cual se asegura un ámbito libre de intromisiones a la filosofía mecánica, y, por la otra, permite fundamentar a esta última en la metafísica. Tal vez no podríamos aceptar hoy en día esta doctrina, pero se trata de una ingeniosa respuesta a la cuestión de la relación de Dios con el mundo y su mecanismo, la cual descuella por encima de los crudos puntos de vista de los newtonianos, sean los de Cheyne, Keill, Bentley, Clarke o el propio Newton.

---

[13] Ver el primer volumen de esta investigación, § 2, pp. 36 ss.; y este volumen, §§ 4 y 9.

Si bien Descartes y Leibniz no fueron materialistas ni filósofos ateos, sus doctrinas mecanicistas acerca de la *res extensa* en cierto modo prepararon el camino para el materialismo mecanicista y ateo que habría de volverse dominante en las ciencias de la naturaleza. La posibilidad de explicar todo en la naturaleza a partir de la materia sujeta a leyes del mecanismo y con exclusión de Dios ya se había asomado como posibilidad en *Le Monde*, si bien negar a Dios, o a la creación, no era la intención de Descartes. La influencia de este pensamiento en los mecanicistas ingleses de finales del siglo XVII, así como los peligros que conllevaba para la religión, había sido advertida por los primeros newtonianos. Keill escribió un libro contra la teoría del mundo, de inspiración cartesiana, de Burnett, que intentaba dar una explicación mecanicista del origen y formación del mundo actual. Sin embargo, a pesar del intento newtoniano de conciliar la física newtoniana con la religión; y también en contra del punto de vista teísta de Descartes y Leibniz, con el tiempo, el camino que tomó la filosofía natural fue el de excluir por completo a Dios de la naturaleza, negando incluso una armonía del mecanismo con la finalidad divina,[14] y el triunfo de la filosofía mecánica fue completo. El *Traité de mécanique céleste* (1798-1827), de Pierre-Simon, marqués de Laplace, podría considerarse como la culminación de este proceso. Laplace mostró que las perturbaciones en las órbitas planetarias causadas por las interacciones de la gravitación planetaria —lo que había llevado a Newton a afirmar que Dios intervenía para reestablecer la regularidad en el movimiento de los planetas— eran periódicas, por lo cual el sistema solar era estable y no requería de intervención divina. Es célebre la respuesta que dio a Napoleón. Este le preguntó por el lugar de la divinidad en el sistema del mundo y Laplace respondió que no había necesitado "la hipótesis de Dios." A partir de este momento, la ciencia reconoce definitivamente que la explicación mecanicista es completa y no parcial. Paralelamente, la exclusión de la acción de Dios sobre la naturaleza plantea problemas a la veracidad de las pruebas cosmológicas de su existencia basadas en la noción de

[14] Sobre la base de que la intervención de Dios en la naturaleza, o su misma existencia, es incompatible con la filosofía mecánica, además de que no tenemos conocimiento claro y distinto de tal ente, el cual conocimiento, para la ciencia, tiene que provenir de la experiencia.

causalidad (eficiente y final) y, en general, a la teología. Por otro lado, la consagración del determinismo, contenido en el mecanicismo, también plantea problemas en relación con otros temas que aborda la filosofía, de los cuales el más conspicuo es el de la libertad.

§ 19. Sobre la influencia de las discusiones entre newtonianos y leibnizianos: Los puntos de vista de Kant en torno a las fuerzas de la materia

En los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* de 1786,[15] Kant suscribe el punto de vista según el cual la materia está dotada de fuerzas atractivas y repulsivas. Las ideas de este trabajo acerca de dichas fuerzas se originan en las obras precríticas de Kant, de suerte que no hay una ruptura, sino cierta continuidad, entre las etapas precrítica y crítica de su pensamiento. La *Monadologia physica*, escrita en 1756, es el antecedente más importante de los puntos de vista de los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*.[16] En esta obra, Kant se propone unir la *metafísica* con la *geometría*, porque ello es necesario para fundamentar la filosofía natural.[17] Ahora bien, dicho propósito tiene que resolver tres problemas medulares: En primer lugar, mientras la metafísica niega que el espacio sea infinitamente divisible, la geometría lo asevera con certidumbre. En segundo lugar, la geometría sostiene que el espacio vacío es necesario para el movimiento libre de los cuerpos, cosa que es negada por la metafísica. Por último, la geometría afirma que la atracción universal es inherente a los cuerpos y —además— actúa a distancia, en tanto que la metafísica rechaza tal tesis y

---

[15] Inmanuel Kant, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, en Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden*, Wilhelm Weischedel Ed., Wissenschafliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1983, Vol. 5, pp. 7-135.

[16] *Methaphysicae cum geometria iunctae usus in philosophia naturali*, *cuius specimen i. continet monadologiam physicam*, en Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden*, Wilhelm Weischedel Ed., Wissenschafliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1983, Vol. 1, pp. 511-563. Nos referiremos a esta obra como *Monadologia physica*.

[17] Ibid., pp. 516 ss.

sostiene que la misma se explica por medio de causas mecánicas.[18] Kant está pensando en las discusiones entre leibnizianos y newtonianos y el efecto que las mismas tuvieron en Prusia. Sin embargo, aquí hay que hacer unas precisiones adicionales. Las tesis de la *metafísica* no provienen de la monadología leibniziana sino de la doctrina de los elementos de Christian Wolff.[19] Por otro lado, Kant fue receptivo a las doctrinas de los primeros newtonianos y tuvo en cuenta objeciones posteriores a la filosofía wolffiana hechas por figuras como el gran matemático suizo Leonhard Euler,[20] de manera que adoptó los tres principios de la *geometría* y para conciliar la metafísica con estos principios modificó la doctrina wolffiana de los elementos.[21] Las tesis de la geometría fueron tomadas por Kant de la *Introductiones ad Veram*

---

[18] "Sed quo tandem pacto hoc in negotio metaphysicam geometriae conciliare licet, cum gryphes facilius equis quam philosophia tanscendentalis geometriae iungi posse videantur? Etenim cum illa spatium in infinitum divisibile esse praefracte neget, haec eadem, qua cetera solet, certitudine asseverat. Haec vacuum spatium ad motus liberos necessarium esse contendit, illa explodit. Haec attractionem s. gravitatem universalem a causis mechanicis vix explicabilem, sed ab insitis corporum in quiete et in distans agentium viribus proficiscentem commonstrat, illa inter vana imaginationis ludibria ablegat." Ibid., Praenotanda, p. 518.

[19] Que, si bien fue influida por la monadología leibniziana, difiere de esta en ciertos aspectos relevantes. Sobre esto se puede consultar: Charles A. Corr: "Did Wolff follow Leibniz?", *Akten des 4. Internationalen Kant-Kongresses Mainz*. 6-10. April 1974, II, 1, ed. Gerhard Funke, Walter de Gruyter, Berlín, 1974, pp. 11-21; y "Christian Wolff and Leibniz", *Journal of the History of Ideas*, Vol. XXXVI, No. 2, April-June 1975, pp. 241-262. Jean École, "Un essai d'explication rationnelle du monde ou la *Cosmologia generalis* de Christian Wolff", en Jean Ècole, *Introduction a l'opus metaphysicum de Christian Wolff*, Paris, Vrin, 1985, pp. 20-48; publicado por primera vez en *Giornale di metafisica*, 1963/6, pp. 622-650, p. 23 (625)). Nos hemos ocupado brevemente de esto en Gustavo Sarmiento, *La Aporía de la División en Kant*, Equinoccio. Ediciones de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, 2004, introducción, pp. 16-18.

[20] Los escritos precríticos de Kant muestran la influencia de Newton, Keill y Euler, entre otros newtonianos. Ver, p. ej.: Immanuel Kant, *Monadologia physica*, Praenotanda, p. 516; Prop. 3, pp. 524, Prop. 4, Schol., p. 530, 526; Prop. 10, pp. 548, 550; Prop. 12, p. 556.

[21] Ver Gustavo Sarmiento, *La Aporía de la División en Kant*, pp. 46 ss. En este trabajo se encuentra una discusión *in extenso* de la *Monadologia physica*.

Physicam et Veram Astronomiam, que, recordemos,[22] es una recopilación de varios trabajos de John Keill, aparecida en 1725,[23] entre los cuales se encuentra la "Epistola ... In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," que examinamos en el Capítulo 1 y en la cual aparecieron por primera vez estas tres tesis, propuestas como los principios que están a la base de toda física.[24]

Lo que acabamos de decir indica que una parte importante de los antecedentes de las ideas de Kant en torno a las fuerzas fundamentales de la materia se encuentran en los trabajos de los seguidores británicos de Newton, en particular Keill.[25] En las páginas que siguen argüiremos a favor de esta afirmación. Habiendo expuesto los puntos de vista de los británicos, así como sus discusiones con los leibnizianos, abordaremos las ideas de Kant en torno a las fuerzas primitivas de la materia, con lo cual esperamos contribuir a una comprensión más adecuada de los puntos de vista de Kant en torno a dichas fuerzas. Para ello, será necesario comenzar por referirnos brevemente a dos obras anteriores a la *Monadologia physica*.

1. La fuerza atractiva en los *Gedanken* y la *Nova dilucidatio*

En los *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendingen Kräfte und Beurtheilung der Beweise derer sich Herr von Leibnitz und*

---

[22] Ver § 1 y la primera parte de esta investigación, Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1*, Capítulo 1, § 1, pp. 27 ss.

[23] John Keill, *Introductiones ad Veram Physicam et Veram Astronomiam. Quibus accedunt Trigonometria. De viribus centralibus. De legibus attracionis*, Lugduni Batavorum, 1725.

[24] John Keill, "Epistola ad Cl. virum Gulielmum Cockburn, Medicinæ Doctorem. In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," 1708, en *Philosophical Transactions* (1683-1775), Vol. 26, 1708-1709, pp. 97-110, p. 97. A continuación volvemos a transcribir el pasaje en cuestión: "Ponenda sunt fundamenti loco haec tria, quibus omnia Physica innititur, principia: 1. Spatium inane. 2. Quantitatis in infinitum divisibilitas. 3. Materiae vis attractrix." Hay que señalar que mientras Keill habla de *quantitas* o magnitud, Kant afirma la divisibilidad *in infinitum* del espacio.

[25] La otra parte de dichos antecedentes se encuentran en Wolff y la transformación kantiana de la noción de fuerza activa.

andere Mechaniker in dieser Streitsache bedienet haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen, durch Inmanuel Kant [26] y la *Principiorum primorum cognitionis metaphysicae nova dilucidatio* [27], Kant incorpora a una versión de la doctrina de los elementos —que en algunos aspectos se aparta de las tesis wolffianas, pero en lo fundamental está bajo la influencia de Wolff— la noción de fuerza atractiva de los seguidores de Newton, desde cuya perspectiva comprende la noción de fuerza activa de su propia tradición. Para Kant, la fuerza activa de las substancias, por medio de la cual ellas actúan unas sobre las otras de manera recíproca es la atracción gravitatoria. Esta fuerza es el fundamento de las relaciones entre substancias y por consiguiente del espacio, de manera que la atracción constituye la ley más primitiva que rige la materia. Además, y de nuevo bajo el influjo de autores newtonianos, Kant piensa que la atracción permanece tan sólo gracias a Dios, su mantenedor inmediato.

Los *Gedanken*, escritos en 1746, atribuyen una fuerza activa de naturaleza física tanto a los cuerpos como a las substancias simples,[28] en lo cual están en deuda con la tradición wolffiana, e indirectamente con Leibniz. Wolff y sus seguidores conciben a los elementos [29] como substancias simples, inextensas e indivisibles —puntos físicos—, dotados de una *vis activa*, que es el fundamento de la *vis activa* de los

---

[26] (*Pensamientos sobre la verdadera apreciación de las fuerzas vivas y juicio de la prueba de la cual se han servido el Sr. von Leibnitz y otros mecánicos en esta disputa, junto con algunas consideraciones precedentes que conciernen a la fuerza del cuerpo en general, por Inmanuel Kant,*) Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden*, Wilhelm Weischedel Ed., Wissenschafliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1983, Vol. 1, pp. 7-218. En lo sucesivo nos referiremos a esta obra como *Gedanken* y citaremos a partir de la edición de Weischedel.

[27] (*Nueva dilucidación de los primeros principios del conocimiento metafísico,*) Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden*, Vol. 1, pp. 401-509. En lo sucesivo nos referiremos a esta obra como *Nova dilucidatio* y citaremos a partir de la edición de Weischedel.

[28] *Gedanken*, §§ 1-4, pp. 26-28.

[29] O mónadas, cfr. Baumgarten, *Metaphysica*, Editio IIII., Halae Magdeburgicae, Impensis Carol. Herman. Hemmerde, 1757, reimpreso en Immanuel Kant, *Gesammelte Schriften*, Edición de la Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, Walter de Gruyter & Co., Berlín y Leipzig, 1926, Vol. 17, § 230, p. 78.

cuerpos.[30] Por su lado, Kant concibe a la fuerza activa como una fuerza por medio de la cual una substancia actúa fuera de sí misma sobre otra substancia y modifica el estado interno de la segunda,[31] de modo que la noción kantiana de la fuerza activa no es la de un principio interno por medio del cual una substancia determina la evolución de sus propios estados, como ocurre en la filosofía wolffiana.[32] Según Kant, toda conexión y relación entre substancias que existen unas fuera de las otras se deriva del intercambio de la acción que sus fuerzas ejercen unas sobre las otras.[33] De manera que, para los *Gedanken*, las substancias se relacionan dinámicamente y sin fuerzas no puede haber relación entre

---

[30] Además de la extensión y la vis inertiae, Wolff admite en los cuerpos un principio de movimiento, o de cambio, que es la *vis motrix* o *vis activa*. Christian Wolff, *Cosmologia generalis*, Jean Ecole Ed., en Christian Wolff, *Gesammelte Werke*, J. École, J. E. Hoffmann, M. Thomann, H. W. Arndt, Eds., Georg Olms Verlagsbuchhandlung, Hildesheim, 1964, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 4, reproducción de la segunda edición de Frankfurt & Leipzig, 1737, § 135-138, pp. 118-119. Ahora bien, *la vis activa de los cuerpos resulta de la vis activa de los elementos que los constituyen*. Ibid., §182, p. 146, § 191, p. 150, § 196, p. 152. Cuando asigna fuerzas a los cuerpos y a las substancias simples, Wolff asume conceptos dinámicos provenientes de Leibniz (ver, p. ej.: *Ontologia*, Christian Wolff, *Gesammelte Werke*, 1962, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 3, reproducción de la segunda edición de Frankfurt & Leipzig, 1736, § 761, p. 568). Cfr.: Leibniz, *De primae philosophiae Emendatione ...* , Gottfried Wilhelm Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* C. I. Gerhardt Ed., 7 Vols., Georg Olms, Hildesheim, 1965, reimpresión de la edición de Berlin, 1880, Vol. 4, pp. 469-470; *Nouveaux essais ...* ,Gottfried Wilhelm Leibniz, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* Préface, Vol. 5, p. 58; *Eclaircissement du nouveau système ...*, Gottfried Wilhelm Leibniz, *Die philosophischen Schriften,* § 14, Vol. 4, p. 495.

[31] “Die Substanz A, deren Kraft dahin bestimmt wird, außer sich zu würken (das ist den innern Zustand anderer Substanzen zu ändern) ...” Kant, *Gedanken*, § 4, p. 28.

[32] Wolff, *Ontologia*, §§ 721-22, p. 542; Baumgarten, *Metaphysica*, §704, p. 131. Para Wolff, en tanto fuerza, la vis activa de los elementos consiste en una tendencia continua al cambio. *Ontologia*, §725, p. 543. En consecuencia, el estado interno de los elementos cambia continuamente, pues, debido a su simplicidad, nada en ellos opone resistencia a esta tendencia. Para un análisis de la vis activa de los elementos según Wolff, ver Jean Ècole, “Un essai d’explication rationnelle du monde ou la *Cosmologia generalis* de Christian Wolff”, Recogido en: École, Jean: *Introduction a l’opus metaphysicum de Christian Wolff*, Paris, Vrin, 1985, pp. 20-48, p. 30.

[33] *Gedanken*, § 7 p. 31.

ellas. Ahora bien, debido a que, bajo el influjo de la filosofía wolffiana, Kant considera al lugar y al espacio como fundados en el orden de lo simultáneo, que es una relación externa de las substancias,[34] su noción de la fuerza activa, unida a su concepción dinámica de las relaciones entre las substancias fundamenta el lugar, el espacio y la extensión.[35]

Kant piensa que la fuerza activa es la atracción gravitatoria de los newtonianos y —por lo tanto— que esta fuerza es el fundamento de las relaciones entre las substancias. Nos podemos dar cuenta de esto a partir de su análisis de la tridimensionalidad del espacio, que, de acuerdo con los *Gedanken,* se debe a la ley según la cual las substancias buscan unirse entre si por medio de su fuerza esencial, esto es la fuerza activa, la cual ley varía según la doble relación inversa de la distancia —es decir: según el inverso del cuadrado de la distancia—.[36] La ley que Kant tiene en mientes es —obviamente— la ley de la gravitación universal, por medio de la cual todas las partes de la materia se atraen recíprocamente y buscan unirse entre sí. Posteriormente, en la *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch, von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt,* de 1755, Kant hace expresa la tesis de que la atracción es una propiedad universal de la materia, que une a las

---

[34] "Spatium est orde simultaneorum, quatenus scilicet coexistunt." Wolff, *Ontologia*, § 589, p. 454 (Cfr.: Leibniz, *Tercera carta a Clarke*, parágrafo 4, *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* Vol. 7, p. 363: "… je tenois *l'Espace* … pour un ordre des Coexistences … Car l'espace marque en termes de possibilité un ordre des choses qui existent en même temps, en tant qu'elles existent ensemble …"). El orden es una relación, como el lugar y la posición. Un ejemplo de orden es el espacio. Wolff, *Ontologia*, § 591, p. 456, § 592, p. 457. Para más detalles en relación con la concepción wolffiana del espacio, el lector puede consultar el libro de Werner Gent, *Die Philosophie des Raumes und der Zeit*. *Historische, kritische und analytische Untersuchungen*, 2 Bände, Georg Olms Verlag, Hildesheim, 2ª. Edición, 1971, Vol I, pp. 207-216.

[35] *Gedanken*, § 6, p. 30, § 7, p. 31, § 9, p. 33. La unión (Verbindung) de una multiplicidad de elementos produce la extensión y ello sólo es posible gracias a que las substancias tienen fuerzas.

[36] *Gedanken*, § 10, p. 34. A partir de esto, se ha entendido el § 10 de los *Gedanken* en el sentido de que Kant deriva la tridimensionalidad del espacio de la ley de la gravitación universal, la cual varía con el inverso del cuadrado de la distancia. Sobre esto, ver, p. ej., Werner Gent, *Op. Cit.*, Vol I, pp. 258-259.

substancias por medio de dependencias mutuas y reúne a las partes de la naturaleza en un espacio.[37]

En la *Nova dilucidatio*, también de 1755, se afirma que las substancias están sometidas a un esquema de relaciones dinámicas de acción y reacción, por medio de las cuales, si una substancia actúa sobre otra modificando su estado, la segunda a su vez actúa sobre la primera produciendo en ella una determinación que antes no existía. Kant piensa que la atracción es la forma primaria que adoptan tales relaciones y para probarlo razona de la siguiente manera: El movimiento es el fenómeno externo de los cambios en el nexo de las substancias,[38] producidos por la acción y reacción entre las mismas. Ahora bien, cuando el movimiento es de acercamiento es causado por una atracción mutua de las substancias, que se verifica por su sola copresencia y corresponde a la fuerza de atracción newtoniana.[39] Además, Kant cree probable que la misma relación de las substancias que determina el espacio de origen a la atracción. Debido a ello, en la *Nova dilucidatio* se afirma de la atracción que es, *de las leyes de la naturaleza, la más primaria que rige la materia y que dura tan sólo por virtud de Dios*, su conservador inmediato.[40] Con esto se atribuye a la materia una fuerza atractiva. Hay que advertir que, aunque Kant no está diciendo que la atracción haya sido impresa en la materia por Dios, como pensaban Bentley y Cheyne, afirma algo parecido, a saber: que *Dios mantiene esta fuerza en la materia*. Pero en otro respecto, su punto de vista es diferente al de estos newtonianos, cuya obra debe haber conocido. Cabe recordar que Cheyne sostiene que la atracción *no es una ley de la naturaleza*, como las leyes del movimiento, *sino una ley de la creación*, ya que no se origina en la esencia de la

---

[37] "Die Anziehung ist ohne Zweifel eine eben so weit ausgedehnte Eigenschaft der Materie, als die Koexistenz, welche den Raum macht, indem sie die Substanzen durch gegenseitige Abhängigkeiten verbindet, oder, eigentlicher zu reden, die Anziehung ist eben diese allgemeine Beziehung, welche die Teile der Natur in einem Raume vereinigt: sie erstrecket sich also auf die ganze Ausdehnung desselben, bis in alle Weiten ihrer Unendlichkeit." *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, Immanuel Kant, *Werke in sechs Bänden*, Vol. 1, pp. 219-396, Zweiter Teil, 7. Haupstück, p. 328.

[38] *Nova dilucidatio*, Prop. XII, p. 488

[39] Ibid., Prop. XIII, Usus, p. 504.

[40] Ibid.

materia, sino que es impresa en ella por Dios. De hecho, Cheyne considera a la atracción la primera y gran ley impresa en la materia por Dios y acabamos de ver que Kant también la considera como la primera ley de la materia. Ambos retrotraen el origen de la atracción a Dios, pero difieren en la manera en que piensan que Dios efectúa la atracción, ya que los newtonianos no creen que la atracción —como tampoco el espacio— se base o consista en una relación de las substancias, que Kant considera fundada en Dios. Otra diferencia importante entre Kant y Cheyne, o Bentley, consiste en que si bien tanto Cheyne como Bentley piensan que la atracción no puede pertenecer a la esencia de la materia, por lo cual recurren a Dios para explicarla, Kant recurre a Dios para explicar cómo ella pertenece a la esencia de la materia. En relación con esto, Kant parece tener una compresión menor que la que tenían estos dos newtonianos de las dificultades contenidas en la adscripción a la materia de una fuerza esencial atractiva, por lo cual se acerca al parecer de Keill. A nuestro modo de ver, en Kant hay una combinación de tres perspectivas: En primer lugar, el punto de vista de Keill, según el cual la atracción pertenece a la esencia de la materia; en segundo lugar, el de Cheyne y Bentley, quienes piensan que esta fuerza está en la materia por obra de Dios; y, en tercer lugar, su propia doctrina precrítica, que considera que la atracción depende de relaciones dinámicas de las substancias, fundadas en última instancia en Dios.

De acuerdo con un *principio de sucesión* propuesto en la *Nova dilucidatio*, los cambios y mutaciones de las substancias requieren que estas estén conexas unas con otras. Tal conexión es una dependencia recíproca de las substancias, de la cual depende el cambio mutuo de sus estados.[41] Apoyándose en este principio, Kant niega que los continuos cambios que acaecen a las substancias simples se funden en un principio interno de actividad, como es la fuerza activa de los wolffianos. Ya lo había hecho en los *Gedanken*, en base a la noción de fuerza activa propuesta en esa obra, que conserva en la *Nova dilucidatio*. Sin embargo, los *Gedanken* habían defendido una teoría del influjo físico frente a la

---

[41] "Nulla substantiis accidere potest mutatio, nisi quatenus cum aliis connexae sunt, quarum dependentia reciproca mutuam status mutationem determinat." Ibid., Prop. XII, p. 488.

armonía preestablecida.[42] La noción de fuerza activa estaba al servicio de dicha teoría, que proponía una interacción real física entre las substancias, fundada en fuerzas, con el propósito de resolver dificultades relacionadas con la interacción entre el alma y el cuerpo.[43] En cambio, para la *Nova dilucidatio* la interconexión de las substancias no se basa en el influjo físico, ni en la armonía preestablecida,[44] sino en un *principio de coexistencia*. Este principio afirma que las substancias finitas no están, por su sola existencia, en ninguna clase de relaciones, ni sostienen interacción (*commercio*) alguna, sino en la medida en que las mantenga co-referidas con mutuas relaciones el principio común de su existencia, a saber: el intelecto divino.[45] Es a partir de este principio que Kant introduce la ley de acción y reacción, por medio de sus fuerzas activas, en las relaciones recíprocas de las substancias.[46] De acuerdo con el principio de coexistencia, Dios establece el nexo de las substancias de acuerdo con un esquema o plan elaborado en su intelecto,[47] del cual resultan el espacio y la atracción newtoniana.[48] De acuerdo con la interpretación que hemos hecho de los *Gedanken* y la *Nova dilucitadio*, las relaciones entre las substancias concebidas en dicho plan son dinámicas y consisten en la mutua aplicación de sus fuerzas de atracción. De manera que en estas obras se identifica a la fuerza activa de las substancias con la atracción newtoniana, por lo que hay un vínculo estrecho entre la atracción, el espacio y el mundo.[49] Todo esto, por un

---

[42] *Gedanken*, § 6, p. 30.
[43] *Gedanken*, § 5, pp. 29-30, § 6, p. 30.
[44] *Nova dilucidatio*, Prop. XII, Usus, 2, p. 494, Prop. XIII, Usus, pp. 504, 506.
[45] "Substantiae finitae per solam ipsarum exsistentiam nullis se relationibus respiciunt, nulloque plane commercio continentur, nisi quatenus a communi exsistentiae suae principio, divino nempe intellectu, mutuis respectibus conformatae sustinentur." *Nova dilucidatio*, Prop. XIII, p. 496.
[46] Esta es la conocida tercera ley de Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Axioms, or Laws of Motion, Law III, p. 13. Wolff había incorporado estas leyes en su *Cosmologia generalis*, § 315, p. 236, § 318, pp. 237-238, pero —claro está— no a través de la mutua aplicación de las fuerzas activas concebidas por Kant, sino del contacto.
[47] *Nova dilucidatio*, Prop. XIII, Diludidatio, p. 498-500, y Usus, p. 500.
[48] Ibid., Prop. XIII, Usus, pp. 504.
[49] El espacio se funda en las relaciones de las substancias, que consisten en la aplicación recíproca de sus fuerzas activas. Ya nos hemos referido a la vinculación entre la atracción y el espacio en los *Gedanken*. En la *Nova*

lado, revela la influencia de los autores newtonianos sobre el Kant precrítico, y por el otro, muestra que Kant va más allá de ellos, pues incorpora la fuerza atractiva a una explicación metafísica de las relaciones entre las substancias, el espacio y el mundo, cuya raigambre es wolffiana. En la *Monadologia physica*, Kant avanza aún más en este intento de incorporar principios de los newtonianos a la cosmología wolffiana.

2. Las fuerzas de la materia en la *Monadologia physica*

Para la *Monadologia physica*, la ciencia de la naturaleza debe apoyarse en la experiencia, unida a la interpretación geométrica de ésta, en lo cual sigue a los filósofos de la naturaleza newtonianos, entre ellos a Keill.[50] Tal punto de vista lleva al descubrimiento de leyes de los fenómenos, pero no permite llegar a conocer el origen y las primeras causas de esas leyes, por lo cual Kant lo supone incompleto.[51] Él cree que la física tiene como único fundamento a la metafísica, la cual no puede estar ausente de ella.[52] Este pensamiento, que delata la influencia de Leibniz, le llega a través de Wolff. Bajo su influjo, la *Monadologia physica* intenta proporcionar un fundamento metafísico a la física, y para

---

dilucidatio se mantiene el punto de vista relacional respecto del espacio. *Nova dilucidatio,* Prop. XIII, Usus, pp. 500. Kant piensa que el espacio se reduce a las acciones y reacciones de las substancias, de manera que entre las substancias existe un esquema de relaciones dinámicas recíprocas cuya forma primaria es la atracción newtoniana, de las cuales resulta el espacio. Ibid. Prop. XIII, Usus, p. 504. En ambas obras se piensa que el mundo está constituido por la totalidad de las substancias conectadas entre sí por medio de sus relaciones dinámicas.

[50] En la *Introductio ad Veram Physicam: seu lectiones physicae habitae in schola naturalis philosophiae Academiae Oxoniensis. Quibus accedunt Christiani Hugenii ...*, 2ª edición (Oxoniae, 1705), prefacio [Traducción al inglés: John Keill, *An introduction to natural philosophy: or, philosophical lectures read in the University of Oxford, Anno Dom 1700. To which are added, the demonstrations of Monsieur Huygens's theorems, concerning the centrifugal force and circular motion,* traducida de la última edición en Latín, 3ª edición, London, Woodfall, 1733, prefacio, viii ss.], Keill enfatiza la importancia de la geometría como requisito de admisión a la filosofía natural y Kant reitera esto en el prefacio de la *Monadologia physica*. Immanuel Kant, *Monadologia physica*, p. 516.

[51] *Monadologia physica*, Praenotanda, p. 516.

[52] Ibid.

hacer esto Kant tiene que unir a la metafísica con la geometría. Tal tarea, para él, consiste en integrar los principios newtonianos a la doctrina de los elementos, en función de lo cual modifica dicha doctrina en varios aspectos importantes. La integración en cuestión consiste en fundar los principios de Keill en una metafísica construida en base a la noción de la mónada o substancia simple,[53] que es una unidad dinámica, es decir, dotada de fuerzas inherentes de impenetrabilidad y atracción, cuya naturaleza es física, las cuales le permiten actuar sobre otras substancias.[54] Estas mónadas constituyen la versión kantiana de los elementos de Wolff y tienen como precedente a las transformaciones de la noción de fuerza activa y la identificación de la misma con la atracción newtoniana que vimos en los *Gedanken* y la *Nova dilucidatio*.

A los fines de integrar la geometría con la metafísica, una serie de doctrinas newtonianas, recibidas de Keill, son incorporadas en la *Monadologia physica*. Kant no sólo toma los principios de la geometría de la "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," como vimos al comienzo de este parágrafo, sino que suscribe las pruebas de la existencia del vacío propuestas por Keill —y también las de Newton—.[55] La *Introductio ad Veram Physicam* contiene la

---

[53] Me he ocupado de la noción kantiana de los elementos en la *Monadologia physica* en Gustavo Sarmiento, "On Kant's Definition of the Monad in the *Monadologia physica* of 1756," *Kant-Studien*, 96, 2005, pp. 1-19.

[54] En el prefacio de la *Monadologia physica* se adscribe a los elementos una fuerza inherente, que es el principio de todas sus acciones internas. Kant añade que dicho principio tiene que ser necesariamente una fuerza motriz, que se hace presente ante algo externo, a lo cual se aplica. *Monadologia physica*, Praenotanda, p. 518. Él llama a ambas fuerzas, impenetrabilidad y atracción, *virium insitarum*, empleando un término que se usaba para las fuerzas internas —p. ej. la *vis inertiae*— en tanto opuestas a las fuerzas externas de los newtonianos. Esto revela que, a diferencia de su tradición, Kant considera que la impenetrabilidad y la atracción, así como la inercia, son fuerzas inherentes a los elementos.

[55] John Keill, *Introductio ad Veram Physicam*, lectio 2, pp. 14 ss., lectio 10, pp. 100-101; *Introduction to Natural Philosophy*, lecture 2, pp. 17 ss, lecture 10, p. 117; "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," p. 97; *Introductio ad Veram Astronomiam seu Lectiones Astronomicae. Habitae in Schola Astronomica Academiae Oxoniensis*, Editio Secunda, multo Auctior & Emendatio, Londini, G. Straham, 1721, lectio XVII, traducción al inglés: *An Introduction to the True Astronomy: Or, Astronomical*

demostración de un teorema que se refiere a la forma de la ley que rige las fuerzas centrales y afirma que toda cualidad que es propagada en líneas rectas desde un centro disminuye en una proporción duplicada de la distancia de ese centro, en base al cual Kant sugiere que podrían probarse las leyes de las fuerzas de impenetrabilidad y atracción ejercidas por sus elementos o mónadas físicas.[56] Por ultimo, Keill afirma que toda extensión es divisible *in infinitum* y por lo tanto no consta de indivisibles, lo cual trata de demostrar por medio de argumentos geométricos, uno de los cuales es empleado por Kant en la *Monadologia physica*.[57]

El objetivo principal de la *Monadologia physica* es conciliar la tesis de que *los cuerpos constan de substancias simples, elementos o mónadas físicas,* como son llamadas por Kant, con la *divisibilidad infinita del espacio* ocupado por dichos elementos. La solución al problema de la ocupación del espacio por parte de lo que es simple consiste en una doctrina original, según la cual la mónada física kantiana no ocupa el espacio por sí misma, sino por medio de su actividad. La división —que sólo puede ser geométrica—, tanto del espacio ocupado como de la actividad que lo llena, no contradice la simplicidad de la substancia, ya que ellos no son la propia substancia, sino una relación externa de la misma —que es el espacio—, por lo cual, al dividirlos no se divide a la mónada y —en consecuencia— esa división no implica que ella conste de una pluralidad de substancias.[58] Ahora bien, la actividad que ocupa el espacio presupone que una fuerza actúe sobre las demás mónadas,

---

Lectures, Read in the Astronomical School of the University of Oxford, 4th Edition, London, Henry Lintot, 1748, Lecture XVII, pp. 202-3; Immanuel Kant, *Monadologia physica*, prop. XII, p. 556.

[56] Keill, *Introductio ad Veram Physicam*, 1, pp. 4-5; *Introduction to natural philosophy*, 1, pp. 4–7. Kant, *Monadologia physica*, Prop. X, pp. 548, 550. Hemos examinado en detalle el teorema de Keill en la primera parte de este trabajo. Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen 1*, pp. 80 ss.

[57] Keill, *Introductio ad Veram Physicam*, 3, pp. 17-18, 22 ss.; *Introduction to Natural Philosophy*, 3, pp. 20–1, 26 ss. *Monadologia physica*, Prop. III, pp. 524, 526. Para un examen de la demostración geométrica de Keill y la adaptación que de ella hace Kant, ver Gustavo Sarmiento, *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad*, *Volumen 1*, pp. 146 ss, 171 ss.

[58] *Monadologia physica*, Prop. V, p. 532, 534, Prop. VII, pp. 536, 538.

impidiendo que estas penetren ese espacio. Así pues, las substancias llenan su espacio de manera dinámica. Esto es posible porque las substancias simples tienen fuerzas motrices. Kant distingue tres, a saber: impenetrabilidad, atracción e inercia. La adopción de estas fuerzas hace patente la deuda de Kant con el pensamiento de los filósofos de la naturaleza newtonianos. Pero, a diferencia de lo que encontramos en Keill y otros newtonianos, en la *Monadologia physica* hay una *deducción a priori de las fuerzas de los elementos de la materia, que es realizada por la metafísica*. Esta deducción parte del factum de la existencia de los cuerpos como entes extensos, y retrocede hasta sus condiciones de posibilidad. Kant adscribe a los elementos una fuerza inherente, la fuerza activa, que es el principio de todas sus acciones internas.[59] Para él, ese principio debe ser necesariamente una fuerza motriz, que se hace presente ante algo externo a lo cual se aplica. En esto sigue a la tradición wolffiana, pero manteniendo las modificaciones a la noción de fuerza activa que vimos en los *Gedanken* y la *Nova dilucidatio*.[60] Su razonamiento es el siguiente: Los elementos ocupan un espacio finito mediante su fuerza de impenetrabilidad, con la cual impiden que otros elementos penetren dicho espacio. Con ello, *Kant sostiene que la impenetrabilidad de los elementos y la impenetrabilidad de los cuerpos* —en tanto agregados de elementos— *se fundan en una fuerza*.[61] Por otro lado, teniendo como precedente un punto de vista que también formaba parte de los *Gedanken* y la *Nova dilucidatio*, Kant incorpora la fuerza atractiva de los newtonianos a su explicación de los elementos y, al igual que ellos,[62] la considera como causa de la cohesión.[63] Este es un cambio

[59] Ibid., Praenotanda, p. 518.
[60] Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en la cosmología wolffiana, y en los *Gedanken* y la *Nova dilucidatio*, en la *Monadologia physica* la vis activa es doble, es decir, la mónada posee dos fuerzas activas, irreductibles una a la otra, a saber: impenetrabilidad y atracción (*vis impenetrabilitatis* y *vis atractrix*), mientras que la inercia no es una fuerza activa en el sentido kantiano.
[61] *Monadologia physica*, Prop. VIII, p. 540.
[62] No nos referimos al propio Newton, sino a seguidores de éste, como Keill. Ver, p. ej., John Keill, *De legibus attractionis, aliisque Physices principiis*, theoremata IV, IX, en *Introductiones ad veram Physicam et veram Astronomiam*, pp. 626, 628. Ver Jean École, *Un essai d'explication rationnelle du monde ou la Cosmologia generalis de Christian Wolff*, p. 640.
[63] *Monadologia physica*, Prop. X, W. I., p. 546.

importante respecto a su tradición, pues, siguiendo a Leibniz, Wolff encontraba la causa de la cohesión en el movimiento conspirante e interpretaba a la atracción como un movimiento de esa clase. Para Kant, tan solo estas dos fuerzas —impenetrabilidad y atracción— pueden existir, pues son las únicas que se puede concebir para explicar el movimiento de los elementos co-presentes. Ahora bien, si los elementos —o mónadas físicas— no tuvieran más que una fuerza repulsiva, no se podría explicar su unión (*colligatio*), sino sólo su disipación.[64] Si, en cambio, estuvieran meramente dotados de fuerza atractiva, se podría entender su unión, pero no que constituyan cuerpos que ocupan una extensión espacial definida.[65] A partir de esto, Kant concluye que esos dos principios —las fuerzas atractiva y repulsiva— pueden ser atribuidos a la naturaleza y estados primitivos de los elementos.[66] Con ello —y bajo la influencia de los newtionianos— la explicación kantiana de la fundamentación de los cuerpos y la extensión en los elementos se diferencia de la wolffiana. No estará de más poner de relieve, entre las características importantes de la *Monadologia physica*, que Kant no sólo adscribe una fuerza atractiva a sus elementos o mónadas físicas, sino también una fuerza de impenetrabilidad, ausente en los *Gedanken* y en la *Nova dilucidatio*. La repulsión había aparecido en los *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* de 1755, donde se decía que ella, junto con la atracción gravitacional, había sido tomada de la filosofía newtoniana, [67] y ambas fuerzas están presentes en la

---

[64] Si las mónadas sólo estuvieran dotadas de la fuerza de impenetrabilidad, no podría haber cuerpos que ocupen un volumen determinado. La fuerza de impenetrabilidad disminuye con la distancia, pero no desaparece a ninguna distancia. Por esta razón, si los elementos sólo tuvieran impenetrabilidad, su repulsión mutua los dispersaría y les impediría conectarse y constituir cuerpos. En consecuencia, debe haber también una fuerza de atracción inherente a ellas. *Monadologia physica*, Prop. X, pp. 546-548.

[65] Pues, sin fuerza de impenetrabilidad, todos los elementos del mundo penetrarían recíprocamente sus respectivos espacios, coincidiendo —o colapsando— en un mero punto.

[66] *Monadologia physica*, Praenotanda, pp. 518-20.

[67] Inmanuel Kant, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprünge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt*, en Inmanuel Kant, *Werke in sechs Bänden*, Vol. 1, pp. 219-400, Vorrede, p. 233.

Meditationum quarundam de igne succinta delineatio, asimismo de 1755, donde son asignadas a los elementos y puestas al servicio de una explicación de la naturaleza de los vapores.[68] Como vimos en el § 13, la segunda edición inglesa de la *Óptica* (1717) de Newton atribuye a las partículas de materia fuerzas atractivas y repulsivas, que se sienten cuando cesan las atractivas y también encontramos este punto de vista en el manual de 'sGravesande, influido por la *Óptica* (ver § 5).

La *Monadologia physica* supone que tanto la fuerza de atracción como la de impenetrabilidad actúan inmediatamente a distancia. Al contrario de lo que piensa la tradición leibnizio-wolffiana, Kant considera a la fuerza atractiva como inherente a la mónada y por lo tanto no admite que pueda ser reducida a la impenetrabilidad, de modo que debe actuar a distancia.[69] El punto de vista que la *Monadologia physica* tiene respecto de la impenetrabilidad la separa aún más de su tradición. No sólo porque sostiene que la impenetrabilidad se funda en una fuerza de repulsión, sino porque en esta obra se asume que, transmitiéndose desde un punto interior, dicha fuerza llena un espacio determinado, de manera que se siente en la superficie de dicho espacio, donde se da el contacto.[70] Ahora bien, la presencia de la mónada en el mencionado espacio a través de la actividad de su fuerza de repulsión, o impenetrabilidad, tiene que ser inmediata, de lo cual se sigue que la fuerza de impenetrabilidad se transmite a distancia inmediatamente por todo el espacio ocupado e indefinidamente más allá, sólo que afuera del límite de contacto es superada por la atracción.[71] De otra manera, no es

---

[68] Inmanuel Kant, *Meditationum quarundam de igne succinta delineatio*, en Immanuel Kant, *Gesammelte Schriften*, Edición de la Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, Walter de Gruyter & Co., Berlín y Leipzig, 1926, Vol. 1, pp. 369-84, Prop. X, Causa, pp. 380-1.

[69] *Monadologia physica*, Praenotanda, pp. 518-520, Prop. X, p. 548.

[70] Ibid., Prop. X, Schol., pp. 548, 550, Prop. VIII, p. 540, Prop. IX, Schol., p. 546.

[71] La mónada ejerce por todas partes una acción en el espacio ocupado. Ibid., Prop. VI, p. 536. Tal espacio es el ámbito de presencia externa del elemento, ibid., Prop. VII, p. 538, que sólo puede ser concebida como inmediata. La fuerza por medio de la cual la mónada llena dicho espacio es la impenetrabilidad, ibid., Prop. VIII, p. 540, por lo cual dicha fuerza debe actuar inmediatamente a distancia.

posible que el contacto sea una presencia inmediata. Esto quiere decir que *no sólo la atracción sino también el contacto —y por lo tanto el impulso— se reducen a fuerzas que actúan inmediatamente a distancia*. Recordemos que para Leibniz y sus seguidores, la única manera en que un cuerpo actúa sobre otro es por medio del contacto y no es posible la acción a distancia, de modo que la atracción debe poder reducirse al contacto, o de lo contrario es una cualidad oculta. En la *Monadologia physica* es al revés y no solo se afirma, con los newtonianos, que la atracción es inherente a la materia y se admite la acción a distancia, sino que de sus doctrinas se desprende —tal vez no intencionalmente— que el contacto mismo se funda en la acción a distancia de una fuerza, que sería, en última instancia, la única forma en que una mónada puede actuar sobre otra. Esto transformaría a la acción a distancia de las fuerzas de atracción *e impenetrabilidad*, antes negada como consecuencia de los principios mecanicistas de Descartes y Leibniz, en un principio fundamental del mecanicismo, al cual se reducen el impulso y el contacto.

Aunque la atracción y la repulsión se extienden inmediatamente a distancias infinitas,[72] el contacto comienza en el límite exterior del espacio ocupado por la mónada física kantiana, que es donde la repulsión supera a la atracción y se siente la impenetrabilidad.[73] Tanto la atracción como la repulsión son fuerzas centrales que varían con potencias del radio o distancia al punto desde el cual se ejerce la fuerza. Esto determina a dicho espacio como una esfera ocupada por la actividad de la mónada. Kant concibe a sus mónadas como unidades discretas que ocupan el espacio por medio de esferas de actividad, cuyo radio está dado por la distancia a partir de la cual otra mónada siente la fuerza de repulsión.[74] Los cuerpos resultan de la agregación de estas esferas —contiguas unas a las otras y cohesionadas— que se sigue de su atracción. Kant explica la elasticidad de los elementos y de los cuerpos en base a la

---

[72] *Monadologia physica*, Prop. X, p. 546.
[73] Ibid., Prop. X, p. 548. Kant ya había expresado este punto de vista en la *Meditationum quarundam de igne succinta delineatio*, Prop. X, pp. 380-1.
[74] *Monadologia physica*, Prop. VI, p. 536, Prop. X, Schol., p. 550.

fuerza de repulsión, a diferencia de Keill, quien la explicaba a partir de la atracción.[75]

Volviendo al tema del contacto, la concepción del mismo introducida por la *Monadologia physica* requiere de una nueva definición. Así, por ejemplo, la definición del contacto como presencia externa inmediata, contenida en el manual de metafísica de Baumgarten, es abandonada.[76] Tal definición es insuficiente, porque newtonianos como Keill han probado —suficientemente, de acuerdo con Kant— que cuerpos separados por el espacio vacío, sin contacto mutuo, pueden coexistir y estar inmediatamente presentes uno al otro, de manera que debe admitirse la presencia mutua, sin contacto, de los cuerpos, que se deriva de la atracción inmediata a distancia.[77] Por ello, Kant define al contacto como la aplicación mutua de las fuerzas de impenetrabilidad de varios elementos,[78] las cuales actúan a distancia. Hay solo dos maneras en que un cuerpo está *inmediatamente presente* a otro; o bien a distancia, por medio de la atracción, o bien a través del contacto,[79] y este último, según nuestra interpretación de la *Monadologia physica*, se reduce a la acción a distancia de la repulsión.

Habiéndose limitado a demostrar la existencia de la atracción y la repulsión, Kant deja la demostración de sus leyes a aquellos "quae ingenia excerceat perspicaciora."[80] Sin embargo, no deja de discutir y sugerir, apoyándose en el teorema de Keill que vimos en la primera parte de este trabajo y al cual nos referimos no hace mucho, la forma que deberían tener las leyes de las fuerzas de atracción y repulsión: La repulsión, nos dice, decrece con el inverso del cubo de la distancia respecto al punto central del espacio ocupado por el elemento y la fuerza

---

[75] Ibid., Prop. XIII y Cor., pp. 560, 562; John Keill, "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," Theor. XII, p. 103. Ver § 2 de este trabajo.
[76] *Monadologia physica*, Prop. IX, Schol., p. 544. Baumgarten, *Metaphysica*, § 223, p. 76.
[77] *Monadologia physica*, Prop. IX, Schol., p. 544.
[78] Ibid., Prop. IX, p. 544.
[79] Ibid., Prop. IX, p. 544.
[80] Ibid., Prop. X, p. 548.

atractiva decrece con el inverso del cuadrado de la misma distancia.[81] Finalmente, las mónadas kantianas también tienen una fuerza de inercia, por medio de la cual perseveran en un estado de movimiento, de manera que poseen un poder eficaz de movimiento. De lo contrario, serían detenidas por cualquier obstáculo, por pequeño que fuese.[82]

En los *Gedanken*, la *Nova dilucidatio* y la *Monadologia physica*, Kant pone las nociones de las fuerzas atractivas y repulsivas de los newtonianos al servicio de una explicación de las relaciones entre las substancias dentro de una doctrina de los elementos de raigambre wolffiana, pero por ello mismo se aparta de la cosmología wolffiana. Como la atracción y la impenetrabilidad, en tanto fuerzas que actúan a distancia, se fundan en la naturaleza de los elementos, que son objeto de la metafísica, y Kant ha llevado a cabo una deducción metafísica de estas fuerzas, resulta que las tesis que afirman ambas fuerzas logran conciliarse con la metafísica, ya que se fundan en ella. Esta adscripción de fuerzas de impenetrabilidad y atracción a los elementos va a tener un efecto perdurable en su obra.

Varias doctrinas de la *Monadologia physica* reaparecen en la *Untersuchung über die Deutlichkeit* de 1764.[83] Entre ellas, que cada parte simple, o elemento, ocupa un espacio. Kant sostiene que la resistencia por medio de la cual algo ocupa un espacio e impide que un cuerpo en movimiento lo penetre, es la impenetrabilidad. Esta es una fuerza, pues exterioriza una resistencia, esto es, una acción opuesta a una fuerza externa. Por otra parte, la impenetrabilidad de los cuerpos

---

[81] Ibid., Prop. X, Schol., 548-550, p. 548. Según el teorema de Keill: “Every quality or virtue that is propagated every way in right lines from a center, is diminished in a duplicate proportion of the distance from that center.” Keill, *Introductio ad Veram Physicam*, 1, p. 4; *Introduction to natural philosophy*, 1, p. 5. Es importante señalar que tanto en la *Introductio ad Veram Physicam* como en la *Monadologia physica* se piensa que la fuerza emana desde una superficie dada siguiendo líneas rectas. Kant criticará este punto de vista en los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, Kant, *Werke in sechs Bänden*, Vol. 5, II, Lehrsatz 8, Anmerkung 1, 1 y nota, 2-3, pp. 76 ss.

[82] *Monadologia physica*, Prop. XI, p. 552.

[83] *Untersuchung über die Deutlichkeit der Grundsätze der natürlichen Theologie und der Moral. Zur Beantwortung der Frage welche die Königl. Academie der Wossenschaften zu Berlin auf das Jahr 1763 aufgegeben hat*, en Kant, *Werke in Sechs Bänden*, Vol. 1, pp. 739-773, pp. 747, 756-758.

pertenece a sus partes simples, de manera que los elementos de cada cuerpo llenan su espacio mediante la fuerza de impenetrabilidad. La concepción de la ocupación dinámica del espacio por parte de los elementos de la *Monadologia physica* se prolonga hasta los *Träume eines Geistersehers, erläutert durch Träume der Metaphysik* de 1766, donde se reitera que los elementos de los cuerpos llenan el espacio por medio de una fuerza activa de repulsión, sin que ello contradiga su naturaleza simple.[84]

3. Las fuerzas de la materia en los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*

Si bien Kant abandonó tanto el espíritu como muchas de las doctrinas de la *Monadologia physica* a partir de 1768,[85] sus puntos de vista en torno a las fuerzas atractivas y repulsivas reaparecen en los *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*,[86] pero ya no al servicio de una metafísica monadológica, sino incorporados a la filosofía crítica y a una explicación del concepto de materia y de la constitución de la materia como fenómeno para un sujeto trascendental, mediante una reducción del concepto de materia a fuerzas motrices y, por cierto, como divisible hasta el infinito.[87]

De acuerdo con los *Principios Metafísicos de la Dinámica* la materia es lo movible, en tanto lo movible llena un espacio, para lo cual

---

[84] *Träume eines Geistersehers, erläutert durch Träume der Metaphysik*, en Kant, *Werke in Sechs Bänden*, Vol. 1, pp. 919-989, pp. 929-930.

[85] En ese año escribió *Von dem ersten Grunde des Unterschiedes der Gegenden im Raume*, Kant, *Werke in Sechs Bänden*, Vol. 1, pp. 993-1000, donde llega a la conclusión de que el espacio es anterior a las cosas que son en él y que se trata de algo intuido. En consecuencia, tanto los cuerpos como el mundo existen en el espacio y están sometidos a este, de manera que de la divisibilidad infinita del espacio se sigue que los cuerpos también lo serán. Esto provoca una crisis en la monadología física, ya que ahora no es posible afirmar que las mónadas ocupan un espacio, pues de hacerlo no podrían conservar su simplicidad y perderían en favor del espacio su carácter de fundamentos de las cosas materiales.

[86] En lo sucesivo nos referiremos a este escrito como *MAN* y citaremos por la edición de Weischedel, Vol. 5.

[87] *MAN*, II, Allgemeine Anmerkung zur Dynamik, p. 84, Lehrsatz 4 y Beweis, p. 56.

tiene que resistir a todo lo movible que tiende a penetrar dicho espacio.[88] Ahora bien, la materia llena su espacio mediante una fuerza motriz, que es la repulsión.[89] En realidad, la materia tiene dos fuerzas motrices fundamentales y esenciales, la atracción —aquella por la que puede ser causa de la aproximación de otras materias a ella— y la repulsión —aquella fuerza por la que una materia puede causar el alejamiento de otras materias—.[90] Todo movimiento que una materia puede impartir a otra, puede ser, o bien de alejamiento, o bien de aproximación, no hay otra posibilidad. La fuerza que causa el primero es la repulsión y la que es causante del segundo es la atracción. En consecuencia, sólo puede pensarse en estas dos fuerzas como pertenecientes a la materia y todas las fuerzas motrices deben reducirse a ellas.[91] Además, la materia misma no es posible sin ambas fuerzas.[92] Si sólo existiera la fuerza repulsiva, la materia se dispersaría hasta el infinito y no se podría encontrar ninguna cantidad asignable de materia en ningún espacio, de manera que es necesaria la atracción.[93] La materia tampoco sería posible sin repulsión, ya que entonces toda la materia confluiría en un punto matemático, dejando vacío el espacio.[94] Mediante este razonamiento, Kant lleva a cabo una deducción a priori de las fuerzas de la materia, la cual consiste en regresar desde algo dado en la esfera de los fenómenos,[95] la materia, hacia su condición de posibilidad, y de ese modo las dos fuerzas se revelan como principios metafísicos dinámicos de la posibilidad de la materia. En los *MAN* se proponen las leyes de las fuerzas de la materia,

---

[88] Ibid., Erklärung 1, p. 47.
[89] Ibid., Lehrsatz 1, p. 48; 2, p. 50. Esta fuerza tiene un grado determinado en el cual pueden pensarse grados menores o mayores hasta el infinito.
[90] Ibid., Erklärung 2, pp. 49-50.
[91] Ibid., Erklärung 2, Zusatz, p. 50.
[92] Si no existieran las dos fuerzas, o si sólo existiera una de ellas, el espacio siempre permancería vacío y no hubiera materia en él. Ibid., Lehrsatz 6, Anmerkung, p. 66.
[93] Ibid., Lehrsatz 5 y Beweis, pp. 62-3.
[94] Ibid., Lehrsatz 6 y Beweis, pp. 65, 66.
[95] Si bien parecida a la de la *Monadologia physica*, esta deducción se diferencia de aquella en que Kant ya no suscribe el realismo trascendental bajo el cual se encontraba la obra pre-crítica, sino el idealismo trascendental, según el cual, tanto la materia como las fuerzas fundamentales son concebidas como fenómenos.

pero Kant no se basa en los argumentos de la *Monadologia physica* ni en el teorema de Keill, que ahora critica.[96] Las leyes son las mismas que había sugerido en la *Monadologia physica*, aunque con una diferencia en su aplicación. La atracción actuaría en proporción inversa al cuadrado de la distancia, en todas las distancias, y la repulsión en proporción inversa al cubo, pero sólo de las *distancias infinitamente pequeñas*,[97] lo cual quiere decir que la repulsión no actúa indefinidamente a cualquier distancia, como en la *Monadologia physica*. Sobre esto volveremos más adelante. Por ahora, permítasenos insistir en que Kant reduce el concepto de materia a fuerzas motrices,[98] manteniendo un punto de vista que, influido por los newtonianos, ya se encontraba en sus trabajos precríticos.

Los *MAN* distinguen entre la *impenetrabilidad relativa*, que supone la compresibilidad de la materia y aumenta proporcionalmente a los grados de compresión, y la *impenetrabilidad absoluta*, que presupone que la materia no es capaz de compresión alguna. El punto de vista tradicional acerca de la impenetrabilidad, o solidez, suscrito por Leibniz, Wolff y sus seguidores —pero también por Henry More, Locke, Newton y sus partidarios—, la considera como absoluta. Kant denomina *matemático* al llenado del espacio con impenetrabilidad absoluta y llama *dinámico* al llenado del espacio con impenetrabilidad relativa, ya que se funda en una fuerza.[99] El concepto matemático de la impenetrabilidad, nos dice, no supone ninguna fuerza motriz como originariamente propia de la materia. Aquí tiene en mientes a Leibniz y los suyos, quienes niegan que a la esencia de la materia pertenezca fuerza motriz alguna, sea atractiva o repulsiva, y en particular rechazan la atracción de los Newtonianos. Kant no piensa en Newton, Keill u otros newtonianos, ya que cree que todos ellos fueron partidarios de que la fuerza atractiva era inherente a la materia. Ahora bien, de acuerdo con el punto de vista de los *MAN*, la impenetrabilidad tiene un fundamento físico, en una fuerza expansiva de repulsión, por lo cual el llenado del espacio por parte de la materia sólo puede ser considerado como impenetrabilidad relativa.[100] En

[96] Ibid., Lehrsatz 8, Anmerkung 1, 1 y nota, 2-3, pp. 76 ss.
[97] Ibid., 4, p. 79.
[98] Ibid., Allgemeine Anmerkung zur Dynamik, p. 84.
[99] Ibid., Erklärung 4, pp. 53-4.
[100] Ibid., Anmerkung 1, p. 54.

cambio, la impenetrabilidad absoluta —que es para los leibnizianos la única propiedad esencial de la materia por medio de la cual ésta puede actuar sobre otra materia y en cuya existencia fundan el contacto y la negación de que la materia posea fuerzas atractivas, consideradas por ellos como cualidades ocultas— le parece una *qualitas oculta*. Aquí Kant vuelve en contra de leibnizianos y wolffianos el argumento en base al cual afirmaban que las fuerzas atractivas eran cualidades ocultas. Según él, si se pregunta por qué las materias en su movimiento no pueden penetrarse entre sí, se obtiene como respuesta: porque son impenetrables.[101] Con esto, Kant quiere decir que los que admiten sólo el contacto, basado en la impenetrabilidad absoluta, tampoco pueden dar cuenta de sus principios. Cabe recordar que newtonianos como Cheyne habían empleado razonamientos en algo parecidos al que estamos viendo para enfrentar a los leibnizianos, pero no podemos decir con seguridad que Kant se haya inspirado en ellos. El recurso a la fuerza repulsiva —nos dice él— está libre del reproche que ha hecho, ya que la repulsión tiene que admitirse como fuerza fundamental y no puede explicarse. Aunque la impenetrabilidad absoluta también era considerada como una propiedad fundamental de la materia, por lo tanto irreductible a otras propiedades, Kant piensa que su fuerza de repulsión la aventaja, en cuanto que proporciona el concepto de una causa activa y de las leyes de esta causa, según las cuales la resistencia en el espacio lleno puede calcularse de acuerdo con sus grados,[102] lo cual sirve a la construcción del concepto de materia bajo la categoría de la cualidad.

En los *MAN*, Kant mantiene su punto de vista favorable a la acción inmediata a distancia y entiende a la atracción esencial de toda materia como una acción inmediata a distancia de esta materia sobre otras a través del espacio vacío.[103] Puesto que es una fuerza fundamental, la atracción también es incomprensible, por lo cual no se puede exigir que se aclare mediante su reducción a una explicación mecánica sobre la base de impulsos y el contacto, que en última instancia, para Kant, se fundaría

[101] Ibid., Anmerkung 2, pp. 54-5.
[102] Ibid., pp. 55.
[103] Ibid., Erklärung 6, p. 67, Lehrsatz 7, p. 68.

en un juego de fuerzas motrices producido por repulsión.[104] Además, la fuerza atractiva no es menos incomprensible que la fuerza de repulsión. Si bien ella no puede ser sentida inmediatamente, como la impenetrabilidad, sino que es inferida, no por ello es una fuerza derivada a partir de la impenetrabilidad, como pensaban Leibniz y Wolff. La razón de ello es que su acción es opuesta a la de la impenetrabilidad.[105] A la objeción de que la materia no puede actuar a distancia —a través del vacío— donde no está porque esto es contradictorio, Kant responde que la atracción es tan poco contradictoria que mas bien puede decirse que toda cosa obra sobre otra sólo en un lugar donde no está lo que actúa. Si la cosa actuara en el mismo lugar donde ella se encuentra, la cosa sobre la cual actúa no estaría fuera de ella, ya que actuar "fuera de" quiere decir estar presente en un lugar donde no se está. Según Kant, esto es lo que ocurre en el contacto. El punto de contacto es un lugar donde no están los cuerpos en contacto, ni ninguna parte de ellos, de manera que los cuerpos en contacto actúan donde no están. Esta es una interesante réplica al argumento cartesiano y leibniziano según el cual la acción a distancia es incomprensible, relacionada con el razonamiento que vimos en el párrafo anterior y también similar en estructura al argumento de Cheyne que vimos en el § 4 —frente a la incomprensibilidad de la atracción a distancia este seguidor de Newton respondía que lo mismo ocurre con el contacto—. Sin embargo, todavía se podría replicar que sólo la acción sin el contacto es incomprensible. Los leibnizianos podrían argüir que la impenetrabilidad es fundamental como base del contacto y que este último es comprensible en tanto presencia inmediata —es decir: sin mediación de ente o distancia alguna, por lo tanto a contigüidad— de lo que actúa ante aquello sobre lo cual actúa, reconociendo que un cuerpo no actúa donde está, sino sobre algo que está inmediatamente al lado, pero negando que pueda actuar sobre algo si no está inmediatamente al lado suyo. Sea a distancia o por contacto, la materia no puede actuar donde está, sino donde no está, lo incomprensible es que lo haga sobre algo que no se encuentra inmediatamente al lado.

104 Ibid., Lehrsatz 7, Anmerkung 1, p. 68.
105 Ibid., p. 69.

Kant llama *atracción verdadera* a aquella que se da sin mediación de fuerzas repulsivas. Esta es la atracción postulada por Keill y sus seguidores como propiedad inherente a la materia. La que sólo se produce por mediación de fuerzas repulsivas, es llamada por Kant *atracción aparente*. Él comprende de esta manera el punto de vista de cartesianos, leibnizianos y wolffianos. Con base en su doctrina de las fuerzas de la materia, Kant afirma que las atracciones aparentes deben tener como fundamento último una atracción verdadera, ya que, en virtud del quinto teorema de los *MAN*, la materia, cuya presión e impacto se aluden como fundamento último de la atracción, no sería ni siquiera materia sin la fuerza atractiva.[106] Kant trata de apoyar su doctrina en la autoridad de Newton, arguyendo, erróneamente, que este habría admitido que toda materia ejerce dicha fuerza motriz simplemente como materia y gracias a su naturaleza especial.[107] Como hemos visto en este trabajo, aunque con vacilaciones y oscilaciones, Newton trató de evitar pronunciarse respecto de la causa de la atracción gravitatoria.[108] No fue

---

[106] Ibid., Lehrsatz 7, Anmerkung 2, pp. 70-71.

[107] Ibid., p. 72.

[108] Una de nuestras tesis ha sido que, como consecuencia de su pensamiento más refinado que el de sus seguidores y de una mejor comprensión del mecanicismo, Newton por lo general se rehusó a adscribir a la materia una fuerza atractiva esencial, e incluso elaboró especulaciones mecánicas acerca de la causa de la atracción, en base a un éter, como vimos en el Capítulo 2. Hay pasajes en los cuales especula sobre fuerzas atractivas, a las que generalmente no se puede decir que considera atracciones verdaderas, pero también existen pasajes en los cuales dice expresamente que no considera a la gravedad como una propiedad esencial de los cuerpos y ofrece, o anuncia, explicaciones mecánicas de su causa, por ejemplo, el conocido pasaje de la *Óptica* que Kant menciona. *MAN*, p. 72: “An to shew that I do not take Gravity for an essential Property of Bodies, I have added one Question concerning its Cause, chusing to propose it by way of a Question, because I am not yet satisfied about it for want of Experiments.” Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ta. Edición, London, 1730, Advertisement II, p. cxxiii. Kant descalifica este pasaje, arguyendo que la ofensa expresada por sus contemporáneos respecto a la tesis de una atracción originaria y tal vez compartida por el propio Newton, lo habría puesto en desacuerdo consigo mismo. *MAN*, II, Lehrsatz 7, Anmerkung 2, p. 72. Esta es una observación interesante. Es cierto que Newton tenía que defenderse de las acusaciones leibnizianas de que se había alejado de la filosofía mecánica

él, sino Keill, quien sostuvo sin ambages la tesis de la atracción verdadera.

De acuerdo con los *MAN*, la materia puede actuar inmediatamente sobre otra materia, o bien por contacto, o bien a distancia. Kant concibe al contacto como la acción y reacción *inmediatas* de la impenetrabilidad, de manera parecida, pero no igual, a la *Monadologia physica*.[109] En *sentido matemático*, el contacto es el límite común a dos espacios. El *contacto físico* se basa en el matemático, pero requiere de algo más; a saber: que se añada una relación dinámica a través de las fuerzas repulsivas entre las partes en contacto, por lo cual consiste en la acción recíproca de las fuerzas repulsivas en el límite común de dos materias.[110] Kant distingue entre *fuerza superficial* (*Flächenkraft*), que es aquella fuerza por la que las materias sólo pueden actuar de manera inmediata unas sobre otras en la superficie común de contacto, y *fuerza penetrante* (*durchdringende Kraft*), aquella por medio de la cual una materia puede actuar inmediatamente sobre las partes de otra, más allá de la superficie de contacto.[111] La repulsión es una fuerza superficial, ya que las partes que se tocan entre sí limitan recíprocamente su campo de acción, de modo que para mover una parte más alejada, la fuerza repulsiva requiere de la mediación de las partes que se hallan entre ambas partes, por lo cual es imposible una acción inmediata a distancia de una materia sobre otra a través de fuerzas repulsivas. Esto no ocurre con la atracción, que es una fuerza penetrante, actúa a distancia y se extiende de manera inmediata por todo el universo hasta el infinito.[112]

La definición del contacto que acabamos de ver es diferente a la de la *Monadologia physica*, que lo concibe como la aplicación recíproca de las fuerzas de impenetrabilidad de varios elementos, sin estipular que dicha acción sea inmediata. Como vimos, en la *Monadologia physica*

---

y que ofrecer hipótesis mecánicas contribuía a ello, pero no creemos que llegara a estar en desacuerdo consigo mismo, sino que siempre tuvo conciencia de las dificultades que enfrentaba la hipótesis de una atracción esencial.

[109] *MAN*, II, Erklärung 6, p. 67.

[110] Ibid., Erklärung 6, Anmerkung, p. 67.

[111] Ibid., Erklärung 7, p. 73.

[112] Ibid., Erklärung 7, Zusatz, p. 73; Lehrsatz 8, p. 73.

Kant concebía a los cuerpos como constituidos por un número finito de substancias simples que ocupan el espacio en virtud de las esferas de actividad de sus fuerzas repulsivas y en las cuales el contacto se da en la superficie de estas esferas, donde la repulsión supera a la atracción. Esto presupone que no solo la fuerza atractiva sino también la fuerza repulsiva se transmiten inmediatamente desde el punto central desde el cual son ejercidas hasta la superficie de contacto. Pero en los *MAN*, Kant rechaza expresamente las *mónadas físicas*, así como la conciliación de la simplicidad de estas con su ocupación de un espacio, que había propuesto en 1756.[113] Ahora piensa que la materia es divisible hasta el infinito y lo es en cada una de sus partes, cada una de las cuales es a su vez materia y está dotada de fuerza repulsiva para rechazar a todas las partes que la rodean y ser rechazada por ellas.[114] Desde este punto de vista, la fuerza de repulsión se ejerce inmediatamente en el contacto y no es necesario que actúe a distancia, por lo cual Kant la concibe como una fuerza superficial. En consecuencia, el contacto entre las partes de materia, si bien fundado en última instancia en fuerzas y no en una impenetrabilidad absoluta, requiere que estas fuerzas sean superficiales.

De acuerdo con la construcción dinámica del concepto de materia de los *MAN*, lo *real* en el espacio —lo sólido— es su llenar el espacio por la *fuerza de repulsión*. Lo *negativo* está dado por medio de la fuerza de atracción, a través de la cual todo espacio sería penetrado, de manera que lo sólido sería completamente abolido. Finalmente, está la *limitación* de la repulsión por la atracción y la consiguiente determinación perceptible que proviene del *grado del llenarse del espacio*. De este modo, la *cualidad* de la materia es tratada en los MAN bajo la *realidad*, la *negación* y la *limitación*.[115] Mediante la acción y reacción de las fuerzas fundamentales es posible la materia, en virtud de un determinado grado del llenarse del espacio que esta ocupa. Al aproximarse las partes, la repulsión aumenta en mayor proporción que la atracción, de manera que el límite de aproximación, más allá del cual no es posible uno mayor,

[113] Ibid., Lehrsatz 4, Anmerkung 1, pp. 56 ss.
[114] Ibid., Lehrsatz 4, p. 56.
[115] Ibid., Allgemeiner Zusatz zur Dynamik, p. 82.

queda determinado por el grado de compresión de la materia, que es la medida del llenado intensivo del espacio.[116]

Mediante estas dos fuerzas, repulsión y atracción, Kant ofrece una explicación —en el espíritu de la *Óptica* de Newton y la "Epistola … In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur" de Keill— de la cohesión,[117] y de varios otros fenómenos, como la liquidez, la solidez, la rigidez, la fricción,[118] o la elasticidad,[119] y también de propiedades químicas tales como la disolución y la separación.[120]

---

[116] Ibid., Lehrsatz 8, Anmerkung 1, 4, p. 79.
[117] Ibid., Allgemeine Anmerkung zur Dynamik, 2, p. 86.
[118] Ibid., pp. 87 ss.
[119] Ibid., 3, p. 91.
[120] Ibid., 4, p. 92 ss.

BIBLIOGRAFÍA

’sGravesande, Willem Jacob. *Mathematical Elements of Physicks, Prov’d by Experiments: Being an Introduction to Sir Isaac Newton’s Philosophy*, John Keill, traductor, London, G. Strahan, 1720.

“Introductio ad Veram Physicam, ſeu Lectiones Phyſicæ &c. quibus accedunt Christiani Hiigenii Theoremata de Vi Centrifuga, & Motu Circulari, demonſtrata per Jo. Keill, e Colleg. Ball A.M. & Reg. Soc. Socium,” *Acta Eruditorum*, 1703: Noviembre, pp. 504-510.

“Isaaci Nevvton, *Matheseos Profeſſoris Cantabrigenſis, & Regiæ Societatis Anglicanæ Socii, Philoſophiæ Naturalis Principia Mathematica*, Londini, juſſu Soc.Regiæ.1687, in 4.,” *Acta Eruditorum*, Junio 1688, pp. 303-15.

“Martini Lister, e Medicis Domeſticis Sereniſſimæ Majeſtatis Reginæ Annæ, Diſſertatio de Humoribus,” *Acta Eruditorum*, 1711: Mayo, pp. 216-22.

“Philoſophical Principles of Natural Religion, &c. h.e. Philoſophica Principia Religionis Naturalis, quæ Elementa Philoſophiæ Naturalis continent, & probationes, ad ſtabiliendam religionem naturalem inde deductas: Autore Georgio Cheynæo,” *Acta Eruditorum*, 1710: Octubre, pp. 454-64.

“Prælectiones Chymicæ: In quibus omnes fere operatones Chymicæ ad vera principia & ipſius Naturæ leges rediguntur, Oxonii habitæ a Johanne Freind, M.D. Ædis Christi Alumno,” *Acta Eruditorum*, 1710: Septiembre, pp. 412-16.

Aiton, E. J. *The Vortex Theory of Planetary Motions*, London, Macdonald, 1972.

Aristoteles. *The Works of Aristotle*. Translated into English under the editorship of W. D. Ross, 1a edición, Oxford, Oxford at the Clarendon Press, 1930.

Baumgarten, Alexander Gottlieb. *Metaphysica*, Editio IIII., Halae Magdeburgicae, Impensis Carol. Herman. Hemmerde, 1757, reimpreso en Kant, *Gesammelte Schriften*, Vol. XVII.

Bayle, P. *Dictionaire Historique et Critique*, XVI Vols., Slatkine Reprints, Genève, 1969. Reimpresión de la edición de la edición de París, 1820-1824.

Beck, L. W., Ed., *Proceedings of the Third International Kant Congress,* D Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1972.

Bentley, Richard. *Sermons Preached at Boyle's Lecture; Remarks upon a Discourse of Free-Thinking; Proposals for an Edition of the Greek Testament; etc. etc.*, Alexander Dyce, Editor, London, Francis Macpherson, 1838.

Boscovich, Roger Joseph. *A Theory of Natural Philosophy*, The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1966. Edición Inglesa de la primera edición de Venecia, 1763.

Boyle, Robert. *The Sceptical Chymist*, London, J. M. Dent & Sons Ltd., 1911.

Boyle, Robert. *A Disquisition About Final Causes of Natural Things: Wherein it is inquir'd, Whether, And (if at all) with what Cautions, a Naturalist should admit of Them*, London, 1688.

Brewster, (Sir) David. *Memoirs of the Life, Writings, and Discoveries of Sir Isaac Newton*, 2 Vols., Johnson Reprint Corporation, New York, 1965, Reimpresión de la edición de Edimburgo de 1855.

Brunet, Pierre. *L'Introduction des Théories de Newton en France au XVIIIe Siècle*, Vol. 1 : Avant 1738, Paris, Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1931.

Burnet, Thomas. *The Sacred Theory of the Earth, containing an account of the original of the Earth, and of all the general changes which it had undergone or is to undergo, till the consummation of all things*, London, 1684.

Burns, Rev. John V. *Dynamism in the Cosmology of Christian Wolff. A Study in Pre-critical Rationalism*, New York, Exposition Press, 1966.

Burton, David M. *Burton's History of Mathematics. An Introduction*, Dubuque, Wm. C. Brown Publishers, 1995.

Calinger, Ronald S. "The Newtonian-Wolffian Confrontation in the St. Petersburg Academy of Sciences (1725-1746)", *Journal of World History*, 11 (1968), pp. 417-35.

Calinger, Ronald S. "The Newtonian-Wolffian Controversy (1740-1759)", *Journal of the History of Ideas*, 30 (1969), pp. 319-30.

Campo, Mariano. *Cristiano Wolff e il Razionalismo Precritico*, Tomo Primo, Milano, Societa Editrice "Vita e Pensiero", 1939.

Capek, Milic (Ed.). *The Concepts of Space and Time. Their Structure and Their Development,* Boston Studies in the Philosophy of Science, Volume XXII, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1976.

Carrigan Jr., Richard A. y Trower, W. Peter. *Particles and Forces. At the Heart of the Matter*, *Readings from* Scientific American *Magazine*, W. H. Freeman and Company, New York, 1990

Cassirer, Ernst. *El Problema del Conocimiento en la Filosofía y en la Ciencia Modernas*, 2 Vols., Wenceslao Roces, Trad., Vol. 2, México, Fondo de Cultura Económica, 1956.

Cheyne, George. *Philoſophical Principles of Religion. Natural and Revealed*, 2 Parts, 3a edición, London, George Strahan, 1724.

Clarke, Samuel. *A Demostration of the Being and Atributes of God. 1705. A Discourse concerning the Unchangeable Obligations of Natural Religion. 1706*, Faksimile-Neudruck der Londoner Ausgaben, Friedrich Frommann Verlag (Günther Holzboog), Stuggart-Bad Cannstatt, 1964.

Close, Frank. *The Cosmic Onion*, Heinemann, London, 1983.

Cohen, I. Bernard (Ed.). *Isaac Newton's Papers & Letters On Natural Philosophy and related documents*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1958.

Corr, Charles A. “Did Wolff follow Leibniz?”, *Akten des 4. Internationalen Kant-Kongresses Mainz*. 6-10. April 1974, II, 1, ed. Gerhard Funke, Walter de Gruyter, Berlin, 1974, pp. 11-21.

Corr, Charles A. “Christian Wolff and Leibniz”, *Journal of the History of Ideas*, Vol. XXXVI, No. 2, April-June 1975, pp. 241-262.

Coughlan, G. S. y Dodd, J. E. *The ideas of Particle Physics*, segunda edición, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.

Davies, Paul. *Dios y la Nueva Física*, Salvat, Barcelona, 1986

Descartes, René. *Oeuvres de Descartes*, Charles Adam y Paul Tannery Eds., 11 Vols., Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1964 - 1974.

Descartes, René. *Regles pour la Direction de l’Esprit,* Traduction et notes par J. Sirven, Paris, Librairie Philosophique J. Vrin, 1996.

Descartes, René. *Discours de la Méthode*, texto y comentario de Étienne Gilson, 4a edición, Paris, Vrin, 1967.

Descartes, René. *Œuvres et Lettres*, textes présentés par André Bridoux, Gallimard, Paris, 1953.

Descartes, René. *El Mundo o el Tratado de la Luz*, introducción, traducción y notas de Ana Rojas, Madrid, Alianza Editorial, 1991.

Dictionary of Scientific Biograhphy. Charles Coulston Gillispie Ed., New York, Charles Scribner’s Sons, 1973.

Dreyer, J. L. E. *A History of Astronomy from Thales to Kepler,* formerly titled *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler*, Revised with a Foreword by W. H. Stahl, 2ª edición, New York, Dover Publications Inc., 1953. Re-publicación de la edición original de 1906.

Dugas, René. *La Mécanique au XVIIe Siècle (Des Antécédents Scolastiques a la Pensée Classique),* Neuchâtel, 1954.

Duhem, Pierre, *Medieval Cosmology. Theories of Infinity, Place, Time, Void, and the Plurality of Worlds*, Edited and translated by Roger Ariew, The University of Chicago Press, Chicago and London, 1987. Edición abreviada y traducción al inglés de: Pierre Duhem, *Le Système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, publicado originalmente en diez volumenes, en francés, por Hermann, éditeurs des sciences et des arts, Paris.

École, Jean. *Introduction a l'Opus Metaphysicum de Cristian Wolff*, Paris, Vrin, 1985.

École, Jean. "Un essai d'explication rationnelle du monde ou la Cosmologia generalis de Christian Wolff", *Giornale di metafísica*, 1963/6, pp. 622-650, en Jean Ecole, *Introduction a L'Opus Metaphysicum de Christian Wolff*, pp. 20-48.

École, Jean. *La métaphysique de Christian Wolff*, 2 Vols., Hildesheim, Georg Olms Verlag, 1990, en Christian Wolff, Gesammelte Werke, Materialen und Dokumente, J. École, H. W. Arndt, Ch. A. Corr, J. E. Hofmann, M. Thomann, Editores, Vols. 12.1-2, Hildesheim, Georg Olms, 1990.

Erdmann, Benno. *Ein Nachtrag zu Kants Werken*, Preuss, Jahrbuch 37, 1876.

Erdmann, Benno. *Die Entwicklungsperioden von Kants theoretischer Philosophie*, en: *Reflexionen Kants zur Kritik der reinen Vernunft. Aus Kants handschriftlichen Aufzeichnungen*, Benno Erdmann, Ed., Leipzig, 1884

Euclides. *The thiteen books of Euclid's Elements*, Thomas L. Heath Traducción y Comentario, 2a. Edición, Vol I-III, Dover Publications, New York, 1956.

Euler, Leonhardt. *Opera omnia*, Geneva, 1942.

Euler, Leonhardt. *Gedanken von den Elementen der Körper*, 1746, en Leonhard Euler, *Opera omnia*, Geneva, 1942.

Euler, Leonhardt. *Lettres a une Princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie*, Paris, Charpentier, Libraire-Editeur, 1843, publicadas por primera vez en San Petersburgo, 1768 a 1722.

Fellmann, Emil A. *Leonhard Euler*, Reinbek bei Hamburg, Rowohlt, 1995.

Fichant, Michel. *Science et métaphysique dans Descartes et Leibniz*, Paris, Presses Universitaires de France, 1998.

Fichant, Michel. "La « Fable du Monde » et la signification métaphysique de la science cartésienne," en: Michel Fichant, *Science et métaphysique dans Descartes et Leibniz,* pp. 59-84.

Fontenelle. *Œuvres Complètes*, 7 vols., Paris, Fayard, 1989.

Freind, John. [*Johannis Friend, M.D. Serenissimæ Reginæ Carolinæ Archiatri,*] *Opera Omnia Medica,* London, Johannis Wright, 1733.

Freind, John. *Prælectiones Chymicæ: In quibus omnes fere Operatones Chymicæ Ad Vera Principia & ipſius Naturæ Leges rediguntur; Anno 1704*, Oxonii, in Musæo Ashmoleano Habitæ, 1709, en John Friend, *Opera Omnia Medica*.

Freind, John. *"Johannis Freind, M.D. Oxon. Prælectionnm Chymicarum Vindiciæ, in quibus Objectiones, in Actis Lipſienſibus Anno 1710. Menſe Septembri, contra Vim materiæ Attractricem allatæ, diluuntur," Philosophical Transactions (1683-1775)*, Volume 27 (1710-1712), pp. 330-342.

Galilei, Galileo. *Discoveries and opinions of Galileo,* S. Drake (Trad.), New York, 1957.

Gent, Werner. *Die Philosophie des Raumes und der Zeit*. *Historische, kritische und analytische Untersuchungen*, 2 Bände, Georg Olms Verlag, Hildesheim, 2ª. Edición, 1971.

Gerhardt, C. I., Editor, *Briefwechsel zwischen Leibniz und Christian Wolff. Aus den Handschriften der Koeniglichen Bibliothek zu Hannover,* Hildesheim, Georg Olms Verlag, 1971. 2a reproducción de la edición de Halle de 1860.

Gilson, Étienne. *Études sur l'histoire de la formation du système cartésien*, Paris, Vrin, 1930.

Glashow, Sheldon Lee. “Quarks with Color and Flavor,” en *Particles and Forces. At the Heart of the Matter*, *Readings from* Scientific American *Magazine*, pp. 18-35.

Gregory, David. *The Elements of Physical and Geometrical Astronomy. To which is Annex'd, Dr. Halley's Synopsis of the Astronomy of Comets*, 2 vols, Johnson Reprint Corporation, New York, 1971. Reimpresión de la edición de 1726.

Gribbin, John. *Q is for Quantum. An Encyclopaedia of Particle Physics,* The Free Press, New York, 1998

Hall, A. Rupert. *Philosophers at War. The Quarrel Between Newton and Leibniz,* Cambridge, 1980.

Hall, A. Rupert. *From Galileo to Newton,* New York, Dover Publications, Inc., 1981.

Hall, A. Rupert. *Henry More and the Scientific Revolution,* Cambridge, Cambridge University Press, 1997.

Harris, John. *Lexicon Technicum: Or, An Universal English Dictionary of Arts and Sciences: Explaining not only the Terms of Art, but the Arts Themselves,* 2 Vols., London, Dan. Brown etc., 1704-1710.

Hauksbee, Francis. *Physico-mechanical Experiments on Various Subjects,* London, 1709.

Heath, Thomas. *A History of Greek Mathematics,* Vol I., *From Thales to Euclid*, Dover, New York, 1981.

Heimsoeth, Heinz. *Atom, Seele, Monade. Historische Ursprünge und Hintergründe von Kants Antinomie der Teilung*, Abhandlungen der geistes und sozialwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz, Jahrgang 1960, NR. 3, pp. 257-398.

Hesse, Mary B. *Forces and Fields. The Concept of Action at a Distance in the History of Physics, Greenwood Press Publishers, Westport, Conneticut,* 1962, reimpreso en 1970.

Hiscock, W. G., Ed., *David Gregory, Isaac Newton and Their Circle. Extracts from David Gregory's* Memoranda *1677-1708,* Oxford University Press, Oxford. 1937.

Hunter, Geoffrey. *Metalógica. Introducción a la Metateoría de la Lógica Clásica de Primer Orden*, Madrid, Paraninfo, 1981.

Huygens, Christian. *Traité de la lumière où sont expliquées les causes de ce qui luy arrive dans la réflexion et dans la réfraction, es particulièrement dans l'étrange réfraction du cristal d'Islande. Par C.H.D.Z. Avec un Discours de la Cause de la Pesanteur*, Leyden, 1690.

Huygens, Christian. *Œuvres Complètes de Christiaan Huygens,* Publiées par la Société Hollandaise des Sciences, Martinus Nijhoff, La Haye, 1888-1950

Jammer, Max. *Concepts of Space. The History of Theories of Space in Physics*, 2ª Edición, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1970.

Kant, Immanuel. *Gesammelte Schriften,* Edición de la Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, Walter de Gruyter & Co., Berlín y Leipzig, 1926.

Kant, Immanuel. *Werke in sechs Bänden,* Wilhelm Weischedel Ed., Wissenschafliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1983.

Katz, Victor J. *A History of Mathematics. An Introduction*, New York, HarperCollins*CollegePublishers*, 1993.

Keill, James. *An Account of Animal Secretion* ..., London, 1708.

Keill, John. *An Examination of Dr. Burnet's Theory of the Earth Together with Some Remarks on Mr. Whiston's New Theory of the Earth*, Oxford, Printed at the *Theater*, 1698.

Keill, John. *Introdutio Ad Veram Physicam: seu Lectiones Physicæ Habitæ in Schola Naturalis Philosophiæ Academiæ Oxoniensis. Quibus accedunt Christiani Hugenii Theoremata de Vi Centrifuga & Motu Circulare demonstrata*, 2ª Edición, Oxoniæ, 1705.

Keill, John. "Epistola ad Cl. virum Gulielmum Cockburn, Medicinæ Doctorem. In qua Leges Attractionis aliaque Physices Principia traduntur," 1708, en *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 26, 1708-1709, pp. 97-110.

Keill, John. “Jo. Keill ex Aede Christi Oxoniensis, A. M. Epistola ad Clarissimum Virum Edmundum Halleium Geometriae Professorum Savilianum, de Legibus Virium Centripetarum,” 1708, *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 26 (1708-1709), pp. 174-188.

Keill, John. Johannis Keill A.M. Ex Aede Christi, in Academia Oxoniensi, “Epistola ad Clarissumum Virum Christianum Wolfium in Academia Regia Fridericiana Mathematum Professorem,” *Acta Eruditorum*, enero de 1710, pp. 11-15.

Keill, John. “Problematis Kepleriani, de inveniendo vero Motu Planetarum, areas tempori proportionales in Orbibus Ellipticis circa Focorum alterum describentium, Solutio Newtoniana; a D. J. Keill Astr. Prof. Savil. Oxon. & R.S.S. demonstrata & exemplis illustrata,” *Philosophical Transactions* (1683-1775), Volume 28, 1713, pp. 1-10.

Keill, John. “Theoremata quædam infinitam Materiæ Diviſibilitatem ſpectantia, quæ ejuſdem raritatem & tenuem compoſitionem demonstrant, quorum ope plurimæ in Phyſica tolluntur difficultates,” *Philosophical Transactions (1683-1775)*, Volume 29 (1714-1716), 1714, pp. 82-86.

Keill, John. *Introductio Ad Veram Astronomiam seu Lectiones Astronomicae. Habitae in Schola Astronomica Academiae Oxoniensis*, Editio Secunda, multo Auctior & Emendatio, Londini, G. Straham, 1721.

Keill, John. *An introduction to natural philosophy: or, philosophical lectures read in the University of Oxford, Anno Dom 1700. To which are added, the demonstrations of Monsieur Huygens's theorems, concerning the centrifugal force and circular motion,* traducida de la ultima edición en Latin, 3ª edicion, London: Woodfall, printed for J. Senex, W. Innys and R. Manby, J. Osborn and T. Lo, 1733.

Keill, John. *Introductiones ad Veram Physicam et Veram Astronomiam. Quibus accedunt Trigonometria. De viribus centralibus. De legibus attractionis,* Mediolani (Milán), Franciscus Agnelli, 1742.

Keill, John. *An Introduction to the True Astronomy: Or, Astronomical Lectures, Read in the Astronomical School of the University of Oxford*, 4th Edition, London, Henry Lintot, 1748.

Kirk, G. S. y Raven, J. E. *Los Filósofos Presocráticos, Historia Crítica con Selección de Textos,* Madrid, Gredos, 1969.

Koyré, Alexandre. *L'aventure de la science. Melanges Alexandre Koyré,* Vol. I, Hermann, Paris, 1964.

Kubrin, David. "John Keill," en *Dictionary of Scientific Biograhphy*, Vol . VII, pp. 275-7.

Kuhn, Thomas S. "Robert Boyle and Structural Chemistry," *Isis*, vol. 43, April 1952, pp. 12-36.

Lasswitz, Kurt. *Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton*, 2 Vol., Georg Olms Verlagsbuchhandlung, Hildesheim, 1963. Reimpresión de la edición de Hamburg y Leipzig, 1890.

Leclerc, Ivor. *"The Meaning of 'space' in Kant",* en L. W. Beck, Ed., Proceedings of the Third International Kant Congress, pp. 393-400, D Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1972.

Leibniz, Gottfried Wilhelm. *Mathematische Schriften,* C. I. Gerhardt Ed., 7 Vols., Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1971. Segunda reimpresión de la edición de Berlín y Halle, 1849 -1863.

Leibniz, Gottfried Wilhelm. *Die philosophischen Schriften von Gottfried Wilhelm Leibniz,* C. I. Gerhardt Ed., 7 Vols., Georg Olms, Hildesheim, 1965, Reimpresión de la edición de Berlin, 1880.

Leibniz, Gottfried Wilhelm. "Tentamen de motuum coelestium causis," *Acta Eruditorum*, febrero de 1689, pp. 82-96.

Leibniz, Gottfried Wilhelm. *La Reforma de la Filosofía, Specimen Dynamicum y otros Textos*, Traducciones de Carlos Másmela A. y Alberto Betancourt A., Medellín, Fondo Editorial Cooperativo, 1995

Locke, John. *An Essay Concerning Human Understanding*, 2 Vols., Dover Publications, New York, 1959.

Lucrecio, *De la Nature*, Traduction Nouvelle, Introduction et Notes de Henri Clouard, Deuxième Édition, Paris, Librairie Garnier Frères, 1939.

Manuel, Frank E. *A Portrait of Isaac Newton*, Cambridge, Massachussets, the Belknap Press of Harvard University Press, 1964.

Meli, D. Bertoloni. "Carolina, Leibniz, and Clarke," *Journal of the History of Ideas*, Vol. 60, No. 3, July 1999, pp. 469-486.

More, Henry. *Philosophical Writings of Henry More*, Flora Isabel MacKinnon (Ed.), New Cork, Oxford University Press, 1925.

More, Henry. *Enchiridion Metaphysicum*, As translated in the *Saducismus Triumphatus* of Joseph Glanvil, London, 1681, under the title *The Easie, True, and Genuine Notion and Consistent Explication of the Nature of a Spirit*, reproducido en *Philosophical Writings of Henry More*, pp. 183-229.

Newton, Isaac. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, traducción al inglés por Andrew Motte, 1729, revisada por Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, California, 1934.

Newton, Isaac. *Principios matemáticos de la filosofía natural*, 2 Vols., trad. Eloy Rada García, Alianza, Madrid, 1987.

Newton, Isaac. *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, Dover Publications, Inc., New York, 1952. Reimpresión de la edición de G. Bell and Sons, Ltd., 1931, a su vez basada en la 4ta. Edición, London, 1730.

Newton, Isaac. *The Correspondence of Isaac Newton*, ed. H. W. Turnbull et al., 7 vols, Cambridge, Cambridge University Press, 1959-1977.

Pemberton, Henry. *A View of Sir Isaac Newton's Philosophy,* London, 1728.

Philip, I. G. "Libraries and the University Press," en *The History of the University of Oxford*, Volume V,pp. 725-755.

Polonoff, Irving I. *Force, Cosmos, Monads and Other Themes of Kant's Early Thought*, Kantstudien Ergänzungshefte, 107, Bouvier Verlag Herbert Grundmann, Bonn, 1973.

Quarrie, P. "The Christ Church Collections Books," en *The History of the University of Oxford*, Volume V, pp. 493-506.

Quigg, Chriss. "Elementary Particles and Forces," en *Particles and Forces. At the Heart of the Matter, Readings from* Scientific American *Magazine*, pp. 3-17

Roberval, Gilles Persone de. *Aristarchii Samii de Mundi Systemate, partibus et motibus ejusdem, libellus. Adjectae sunt AE. P. de Roberval mathem. Scient. In Collegio Regio Franciae professoris, Notae in eumdem libellum, which proposed a rather crude mechanical explanation of phenomena in terms of mutual attractions*, Paris, apud Guillelmum Baudry,1644.

Roberval, Gilles Persone de. *éléments de géométrie de G. P. de Roberval*, Textes réunis et présentés par Vincent Jullien, Paris, Vrin, 1996.

Robinet, André. *Correspondence Leibniz-Clarke. Présentée d'aprés les manuscrits originaux des bibliothèques de Hanovre et de Londres*, Paris, Presses Universitaires de France, 1957.

Rohault, Jacques. *A System of Natural Philosophy. A Facsimile of the Edition and Translation by John and Samuel Clarke Published in 1723*, 2 Vols, Johnson Reprint Corporation, New York and London, 1969.

Sarmiento, Gustavo. *La Aporía de la División en Kant*, Equinoccio. Ediciones de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, 2004.

Sarmiento, Gustavo. "On Kant's Definition of the Monad in the *Monadologia physica* of 1756," *Kant-Studien*, 96, 2005, pp. 1-19.

Sarmiento, Gustavo. "De la ontología pre-crítica a la teoría trascendental de la materia: Sobre los puntos de vista de Kant en torno a la fuerzas de la materia y sus antecedentes en las ideas de los seguidores de Newton", en Pedro Jesús Teruel (Ed.), *Kant y las Ciencias*, Editorial Biblioteca Nueva, S. L., Madrid, 2011, pp. 48-87.

Sarmiento, Gustavo. *Sobre los Fundamentos Filosóficos de la Ciencia de la Naturaleza en la Modernidad, Volumen I, John Keill en torno a la Filosofía Mecánica y la Divisibilidad Infinita de la Magnitud*, Publicación Independiente, Caracas, 2019.

Saurin, J. *An examination of a considerable difficulty proposed* by M. Huygens, *against the Cartesian system of the cause of gravity* (April 10, 1709), en *The Philosophical History and Memoirs of the Royal Academy of Sciences at Paris.*

Schofield, Robert E. *Mechanism and Materialism: British Natural Philosophy in an Age of Reason*, Princeton, Princeton University Press, 1970.

Schönfeld, Martin. *The Philosophy of the Young Kant: The Precritical Project*, New York, Oxford University Press, 2000.

Stamm, Edward. "Tractatus de Continuo von Thomas Bradwardina. Eine Handschrift aus dem XIV. Jahrhundert," *ISIS*, No. 71 (Vol. XXVI, I), December 1936, pp. 13-32.

Strong, E. W. "Newtonian Explications of Natural Philosophy," *Journal of the History of Ideas*, Volume XVIII, Number 1, January 1957, pp. 49-83.

Strong, Martin (seud.). *An Essay on the Usefulness of Mathematical Learning. In a Letter from a Gentleman in the City to His Friend at Oxford*, London, 1701. Reproducido en: *Syntagma Mathesios: Containing the Resolution of Equations with A New Way of ….*

Sutherland, L. S. "The Curriculum," *in The History of the University of Oxford, Volume V, The Eighteenth Century*, pp. 469-491.

Syntagma Mathesios: Containing the Resolution of Equations with A New Way of Solving Cubic and Biquadratic Equations, Analytically and Geometrically. Also The Universal Method of Converging Series, After an Easy and Expeditious Manner. Wherein are also treated The Series for Trigonometrical Operations; some new useful Properties of Conics; Centre of Oscilation; the direct and inverse Method of the Laws of Centripetal Forces; a Variety of Exponential Equations; with the Investigation of several other abstruse Problems, Etc. To all which is prefixed, *An Essay on the Mathematics*, London, J. Fuller, 1745.

Teruel, Pedro Jesús (Ed.). *Kant y las Ciencias*, Editorial Biblioteca Nueva, S. L., Colección Razón y Sociedad, Madrid, 2011.

Thackray, Arnold. "'Matter in a nut-shell': Newton's *Optics* and eighteenth century chemistry," *Ambix*, Vol. XV, No. 1, February, 1968, pp. 29-53.

Thackray, Arnold. *Atoms and Powers: An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Devepoment of Chemistry*, Harvard University Press, Cambridge, 1970.

The Cambridge History of Later Medieval Philosophy, N. Kretzmann, A. Kenny, and J. Pinborg (eds.), Cambridge, 1982.

The Dictionary of National Biography, Sir Leslie Stephen and Sir Sidney Lee Eds., XXII Vols., London, Oxford University Press, 1917-.

The History of the University of Oxford, T. H. Aston General Editor, Volume V, *The Eighteenth Century*, L. S. Sutherland and L.G. Mitchell Eds., Oxford, Clarendon Press, 1986.

The Philosophical History and Memoirs of the Royal Academy of Sciences at Paris: or, An Abridgement of all the Papers relating to Natural Philosophy, which have been pubish'd by the Members of that Illustrious Society. With many Curious Observations relating to the Natural History and Anatomy of Animals, &c. Illustrated with Copper-Plates, Translated and Abridged by John Martyn, Vols. I-V, London, John and Paul Knapton, 1742.

Thijssen, J. M. M. H. "David Hume and John Keill and the Structure of Continua", *Journal of the History of Ideas, Vol. 53, No. 2, April-June* 1992, pp. 271-286.

Timerding, H. E. "Kant und Euler," *Kant-Studien* 23, 1919, pp. 18–64.

Toulmin, Stephen, Goodfield, June. *The Architecture of Matter. The physics, chemistry, and physiology of matter, both animate and inanimate, as it has evolved since the beginnings of science*, Harper & Row, Publishers, New York, 1962.

Tournadre, Géraud. *L'Orientation de la Sciencie Cartésienne*, Paris, Librairie Philosophique J. Vrin, 1982.

Turner, G. L'E. "The Physical Sciences," en *The History of the University of Oxford,* Volume V, *The Eighteenth Century,* pp. 659-682.

Vogel, Karl. *Kant und die Paradoxien der Vielheit, Die Monadenlehre in Kants philosophischer Entwicklung bis zum Antinomienkapitel der Kritik der reinen Vernunft*, Verlag Anton Hain, Meisenheim am Glan,1975.

Voltaire, François Marie Arouet de, *Elémens de la philsophie de Neuton*, nouvelle edition, Londres, 1738.

Voltaire, François Marie Arouet de, *The Elements of Sir Isaac Newton's Philosophy*, translated by John Hanna, London, Stephen Austen, 1738. New impression: London, Frank Cass & Co. LTD, 1967.

Walker, Evelyn. *A Study of the Traité des Indivisibles of Gilles Persone de Roberval with a view to answering, insofar as is possible, the two questions: Which propositions contained therein are his own, and which are due to his predecessors or contemporaries? And What effect, if any, had this work on his succesors?,* AMS Press, New York, 1972, Reimpresión de la edición de Teachers College, Columbia University, New York, 1932.

Westfall, R. "The foundations of Newton's philosophy of nature," *British Journal for the History of Science,* 1962, 1, 171-82.

Whewell, William. *History of the Inductive Sciences,* Vol. II, Olms, Hildesheim, 1976, reprint of the 3rd Edition, London, 1857.

Whiston, William. *Sir Isaac Newton's Mathematick Philosophy More Easily Demonstrated*, London, 1716.

Whiteside, D. T. "David Gregory," en *Dictionary of Scientific Biograhphy*, Vol . V, pp. 520-1.

Wolff, Christian (Christiani Wolfii). *Aërometriae Elementa*, en Christian Wolff: *Gesammelte Werke*, J. École, H. W. Arndt, Ch. A. Corr, J. E. Hofmann, M. Thomann, Eds., Georg Olms Verlag, Hildesheim,

1981, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 37. Reimpresión de la edición de Leipzig, 1709.

Wolff, Christian. "Responsio ad Epistolam Viri Clarissimi Johannis Keill, A. M. ex Aede Christi in Academia Oxoniensi & Reg. Societ. Socii, Actis Mensis Januarii p. 11 insertam," *Acta Eruditorum*, febrero de 1710, pp. 78-80.

Wolff, Christian. *Vernünftige Gedanken von den Würckungen der Natur —Deutsche Physik—*, Charles A. Corr Ed., Christian Wolff. *Gesammelte Werke,* J. Ecole, H. W. Arndt, Ch. A. Corr, J. E. Hofmann, M. Thomann, Eds., Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1981, I. Abteilung, Deutsche Schriften, Vol. 6, Reimpresión de la Edición de Halle, 1723.

Wolff, Christian. *Ontologia*, Jean Ecole Ed., Christian Wolff. *Gesammelte Werke*, J. École, J. E. Hoffmann, M. Thomann, H. W. Arndt, Eds., Georg Olms Verlagsbuchhandlung, Hildesheim, 1962, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 3, reproducción de la segunda edición de Frankfurt & Leipzig, 1736.

Wolff, Christian. *Cosmologia Generalis*, Jean Ecole Ed., Christian Wolff. *Gesammelte Werke*, J. École, J. E. Hoffmann, M. Thomann, H. W. Arndt, Eds., Georg Olms Verlagsbuchhandlung, Hildesheim, 1964, II. Abteilung, Lateinische Schriften, Vol. 4. Reproducción de la segunda edición de Frankfurt & Leipzig, 1737.

Wolff, Christian. *Vernünftige Gedanken, von Gott, der Welt und der Seele des Menschen, auch allen Dingen überhaupt —Deutsche Metaphysik—*, en Christian Wolff: *Gesammelte Werke*, I. Abteilung, Deutsche Schriften, Vol. 2. Reimpresión de la edición de Halle, 1751

Yolton, J. "Schoolmen, Logic and Philosophy," en *The History of the University of Oxford*, Volume V, *The Eighteenth Century*, pp. 565-591.

Zoubov, Vassili P. "Walter Catón, Gerard d'Odon et Nocolas Bonet," *Physis*, 1, 4, 1959, pp. 261-278.